



**REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DA INFRA-ESTRUTURA
DEPARTAMENTO ESTADUAL DE INFRA-ESTRUTURA**

INSTRUÇÕES NORMATIVAS PARA EXECUÇÃO DE SONDAGENS

DIRETORIA DE ENGENHARIA

GERÊNCIA DE PROJETOS RODOVIÁRIOS

GEOLOGIA

ITEMIZAÇÃO

- IN-01/94** Instrução Normativa para identificação e descrição de amostras de materiais inconsolidados (solos)
- IN-02/94** Instrução Normativa para descrição de testemunho de sondagens rotativas e parâmetros geomecânicos
- IN-03/94** Instrução Normativa para o uso de simbologias em perfis individuais de sondagens e seções geológicas
- IN-04/94** Instrução Normativa para execução de sondagem a trado
- IN-05/94** Instrução Normativa para execução de poços de inspeção em solos
- IN-06/94** Instrução Normativa para execução de sondagem à percussão
- IN-07/94** Instrução Normativa para execução de sondagem rotativa
- IN-08/94** Instrução Normativa para execução de sondagem rotativa com amostragem integral
- IN-09/94** Instrução Normativa para execução de ensaio de permeabilidade

As *Instruções Normativas para Execução de Sondagens* foram aprovadas pelo Conselho Administrativo do Departamento de Estradas de Rodagem de Santa Catarina através da Resolução CA - N° 224/94 de 16 de junho de 1994, conforme consta no Processo N° 6450/946.

A realização é do **Setor de Geologia - Laboratório Central**
Rua Santos Saraiva, 2011 - Capoeiras - Florianópolis/SC – 88070-101
Tel.: (48)3244.2034 - 3248.2557
E-mail: gruber@deinfra.sc.gov.br ou sondagem@deinfra.sc.gov.br.

IDENTIFICAÇÃO E DESCRIÇÃO DE AMOSTRAS DE MATERIAIS INCONSOLIDADOS (SOLOS)

1 Objetivo

Esta Instrução orienta a identificação e formulação da nomenclatura descritiva de amostras de materiais inconsolidados obtidas em sondagens à percussão (IN 06/94), sondagens a trado (IN 04/94) e poços de inspeção em solos (IN 05/94), com base no exame visual e tátil.

2 Definições

2.1 Solos: em função das divergências na definição do termo "solo" pelos diferentes ramos da ciência que trata dos materiais inconsolidados sobrepostos ao estrato rochoso, e levando em consideração o uso deste termo no meio rodoviário, define-se, para uso no âmbito do DEINFRA, como sendo: materiais constituintes essenciais da crosta terrestre, provenientes da decomposição "in situ" das rochas pelos diversos agentes geológicos, ou pela sedimentação não consolidada dos grãos elementares constituintes das rochas, com adição eventual de partículas fibrosas de material carbonoso e matéria orgânica no estado coloidal (ABNT-NBR 6502).

2.2 Solos grossos: aqueles nos quais mais do que a metade dos grãos são visíveis a olho nu (areias e pedregulhos).

2.3 Solos finos: aqueles nos quais mais da metade das partículas são de tal dimensão, que não são visíveis a olho nu (argilas e siltes).

2.4 Solos orgânicos: aqueles que contêm uma quantidade significativa de matéria orgânica e têm a característica de apresentarem cores escuras (preto, cinza escuro).

2.5 Compacidade: estado de compactação dos depósitos de solos granulares grossos. A compacidade poderá ser medida pela densidade relativa ou por ensaio penetrométrico realizado em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Os estados de compactação são: fofo, pouco compacto, medianamente compacto, compacto e muito compacto (Tabela 1/01).

2.6 Consistência: facilidade relativa com a qual um solo pode ser deformado. A consistência poderá ser medida pelo ensaio de compressão simples ou por ensaio penetrométrico realizado em sondagens de simples reconhecimento dos solos. Os estados de consistência são: muito mole, mole, médio, rijo e duro (Tabela 1/01).

SOLO	ÍNDICE DE RESISTÊNCIA A PENETRAÇÃO	DESIGNAÇÃO
Areia e silte arenoso	< = 4	fofa (o)
	5 a 8	pouco compacta (o)
	9 a 18	medianamente compacta (o)
	19 a 40	compacta (o)
	> 40	muito compacta (o)
Argila e silte argiloso	< = 2	muito mole
	3 a 5	mole
	6 a 10	média (o)
	11 a 19	rija (o)
	> 19	dura (o)

Tabela 1/01 - Classificação dos solos com base no índice de resistência a penetração, compactidade e consistência.

3 Identificação

3.1 O procedimento para identificação das amostras de solo deve ser iniciado pela granulometria, procurando classificá-las nas duas grandes divisões: solos grossos e finos.

3.2 Friccionando a amostra com os dedos, permite separar os solos grossos, que são ásperos ao tato, dos solos finos, que são macios ao tato.

3.3 Teste da mobilidade da água intersticial: mistura-se solo e água até a consistência de pasta, sem chegar ao estado de lama. Coloca-se essa pasta na palma de uma das mãos em concha, e com auxílio da outra mão, provoca-se vibrações na pasta de solo. Esse movimento poderá provocar o aparecimento rápido de uma superfície lisa e brilhante, indicando a presença de maior porcentagem de partículas grossas. A reação lenta indica a presença de solos finos. Ao abrir-se a mão poderá aparecer rapidamente fissuras e o ressecamento aparente da superfície da pasta, indicando a facilidade de movimento da água através das partículas ou presença de solos grossos. A

reação lenta de tal procedimento (fissuração reduzida) indica a presença de solos finos.

3.4 Outros procedimentos para a identificação táctil e visual dos solos:

3.4.1 Areias:

- a) apresentam partículas visíveis a olho nu, permitindo muitas vezes o reconhecimento dos minerais;
- b) quando secas ao ar, não apresentam coesão entre os grãos;
- c) fazendo uma pasta de solo e água e esfregando na palma da mão, os solos mais arenosos serão lavados facilmente.

3.4.2 Siltes:

- a) é menos áspero ao tato que as areias, mas perceptível ao tato;
- b) fazendo uma pasta de solo e água e esfregando na palma da mão, distingue-se por apresentarem alguma dificuldade para limpá-la, sendo necessário sempre alguma fricção para a limpeza total;
- c) a desagregação é rápida quando colocado um torrão de solo num recipiente com água, sem deixar o torrão imerso por completo;
- d) quando secos ao ar, formam torrões facilmente desagregáveis pela pressão dos dedos.

3.4.3 Argilas:

- a) quando cortadas por uma lâmina apresentam superfície lisa e muito suave ao tato. Quando umedecidas suficientemente são plásticas, podendo ser trabalhadas com os dedos e sofrer deformações, tomando diferentes formas sem apresentar superfícies de ruptura ou fissuramento;
- b) quando secas ao ar, formam torrões que não são facilmente desagregáveis com a pressão dos dedos. Proporcionam ao tato a sensação de farinha;
- c) fazendo uma pasta de solo e água e esfregando na palma da mão, distingue-se pela dificuldade de se desprender da palma da mão. É necessário friccionar rigorosamente para limpá-la completamente;

d) a desagregação é lenta quando colocado um torrão de solo num recipiente de água, sem deixar o torrão imerso por completo.

4 Descrição

4.1 Os solos na natureza são quase sempre constituídos pela mistura em proporções variadas das frações argila, silte, areia e pedregulho. Para sua classificação devem ser utilizados os procedimentos definidos no item 3, desta Instrução, concluindo pela descrição do solo conforme o comportamento da fração predominante: solos grossos (pedregulhos e areias) e solos finos (siltes e argilas).

4.2 Esta classificação será adjetivada com a fração de solo que puder ser também identificada pelos procedimentos já definidos.

4.3 Não dever ser utilizada a nomenclatura onde aparecem mais do que duas frações de solos, por exemplo: argila silto-arenosa. O correto será: argila siltosa. Quando da presença de pedregulho é admitido a nomenclatura com três frações, por exemplo: silte arenoso com pedregulho. A nomenclatura com três frações só é possível quando existem ensaios laboratoriais de classificação para um determinado solo.

4.4 Quando existirem ensaios penetrométricos (sondagem à percussão) os solos deverão ser classificados pela sua compacidade (solos grossos) e pela sua consistência (solos finos)(Tabela 1/01).

4.5 A descrição das amostras dever ser acompanhada pela indicação da cor, feita logo após a coleta das mesmas, utilizando até o máximo de duas designações de cores. Quando as amostras apresentarem mais do que duas cores, deve ser usado o termo **variegado**.

4.6 Embora o caráter subjetivo da designação de cores, serão aceitas as seguintes designações: branco, cinza, preto, marrom, amarelo, vermelho, roxo, azul e verde, e as designações complementares, claro e escuro.

4.7 Caso for constatado, no exame tátil e visual, a presença de mica, a designação "micácea" é acrescentada à nomenclatura do solo.

4.8 Quando for possível determinar a origem do solo, essa deverá ser acrescentada na descrição, por exemplo: marinho, orgânico, coluvial, residual, aluvial, aterros, etc.

INSTRUÇÃO NORMATIVA PARA DESCRIÇÃO DE TESTEMUNHOS DE SONDAGENS ROTATIVAS E PARÂMETROS GEOMECÂNICOS

1 Objetivo

Esta Instrução Normativa fixa as condições exigíveis para a descrição de testemunhos de sondagens rotativas para fins de obras viárias, na utilização em perfil de sondagem rotativa do DEINFRA.

2 Descrição do material

Consiste na descrição da unidade litológica num determinado intervalo de profundidade, devendo ser realizada da seguinte maneira:

2.1 Denominação sucinta do material dentro de um determinado intervalo de profundidade.

2.2 Descrição detalhada do material obtido na sondagem, indicando, na ordem apresentada, os seguintes itens:

- a) cor da unidade litológica;
- b) avaliação da alteração média da unidade litológica;
- c) avaliação do grau de fraturamento médio da unidade litológica;
- d) textura média da unidade litológica;
- e) observações adicionais, por ordem de ocorrência em profundidade, a respeito de variações texturais, concentrações de fraturas, definição de descontinuidades principais, trechos com grau de alteração distintos da média e outros dados de interesse geomecânicos, como trechos extraídos para ensaios, dados de resistência a compressão, trechos obtidos por sondagem integral, queda de composição, perda total ou parcial d'água de perfuração, etc.

Estas observações serão graficamente separadas dos itens anteriores, iniciando sua descrição com a anotação da profundidade respectiva.

2.3 Contato entre unidades litológicas: deverá ser descrito sucintamente na separação entre as unidades, considerando os seguintes tipos de contato:

- a) contato brusco: contato bem definido entre tipos litológicos diferentes e que ocorre numa espessura de zero a poucos centímetros. Pode ser:
 - a.1) contato brusco fechado, preenchido ou não;
 - a.2) contato aberto, quando houver indícios de oxidação pela percolação da água.
- b) contato soldado ou gradual.

Não devem ser consideradas eventuais quebras mecânicas.

2.4 A representação do contato deverá ser realizada por linhas, que serão diferenciadas segundo a natureza estratigráfica do contato:

- a) linha cheia: contato entre tipos litológicos distintos;
- b) linha tracejada: contato entre tipos litológicos de comportamento geomecânico distinto e que representam unidades mapeáveis na escala 1:100.

Unidades de comportamento geomecânico distintos e que sejam considerados variações dentro de uma mesma unidade devem ser anotadas segundo o sub-item "d" do item 2.2.

3 Parâmetros geomecânicos

Os critérios de subjetividade na avaliação dos parâmetros geomecânicos podem ser reduzidos através da utilização de alguns recursos básicos na caracterização dos testemunhos. Os parâmetros a serem considerados são:

- a) relativos ao maciço rochoso: coerência e alteração mineralógica;
- b) relativos às discontinuidades: grau de fraturamento, características da superfície e inclinações das discontinuidades;
- c) mistos: condutividade hidráulica e Rock Quality Designation (RQD).

3.1 Grau de Coerência

Avaliação, de forma indireta, das características de resistência da rocha através da análise de sua dureza, resistência ao impacto e desagregabilidade.

- C1** - Rocha muito coerente: quebra com dificuldade ao golpe do martelo e os fragmentos possuem bordas cortantes que resistem ao corte com lâmina de aço. Superfície dificilmente riscável com aço. Somente escavável a fogo.

- C2** - Rocha coerente: quebra com golpe do martelo, produzindo fragmentos com bordas que podem ser abatidas por lâmina de aço ou serem quebradiças por pressão dos dedos. Superfície riscável com aço, deixando sulcos leves. Escavável a fogo.
- C3** - Rocha pouco coerente: quebra facilmente com golpe do martelo (esfarela), produzindo muitos fragmentos que podem ser partidos manualmente e as bordas dos fragmentos quebram facilmente com a pressão dos dedos. Superfície facilmente riscável com aço, deixando sulcos profundos. Escarificável.
- C4** - Rocha friável: quebra facilmente com a pressão dos dedos, desagregando-se. Pode ser cortada com aço. Escavável com lâmina.

3.2 Grau de Alteração

Avalia a alteração dos minerais e decréscimo da resistência mecânica em função da ação do intemperismo ou efeitos hidrotermais. Os graus são definidos por comparação com o espécime são. O grau de alteração da maioria das rochas ígneas, metamórficas e algumas sedimentares pode ser correlacionado com o grau de coerência, no entanto, para a maioria das rochas sedimentares (rochas moles) a classificação será apenas com base no seu grau de coerência.

Aspectos da alteração macroscópica que deverão se observados:

- a) alteração da cor original dos minerais e da rocha (descoloração ou oxidação);
- b) presença de minerais secundários (argilas, óxidos, cloritas, carbonatos, sílica amorfa, etc);
- c) perda de coesão ou do imbricamento dos grãos;
- d) lixiviação do cimento original;
- e) aumento da porosidade e microfissuramento;
- f) diminuição do brilho e dureza dos minerais.

Para a avaliação da alteração e da coerência, os graus extremos (A1, A2 e A4 para alteração e C1 e C4 para coerência) podem ser identificados com segurança, facilitando o reconhecimento dos demais por comparação. Os graus A1 e A2 da alteração correspondem ao grau C1 da coerência.

- A1** - Rocha Sã (RS): não há alteração dos minerais, descoloração da amostra e oxidação de fraturas. Só pode ser escavada a fogo.
- A2** - Rocha Pouco Alterada (RPA): apresenta sinais incipientes de alteração dos minerais, ligeiramente descoloridos e fraturas oxidadas. Mantém praticamente as mesmas propriedades físicas e mecânicas da rocha sã. Quando pouco fraturada só pode ser escavada a fogo.
- A3** - Rocha medianamente alterada ou Rocha Alterada Dura (RAD): os minerais estão medianamente alterados, descoloração acentuada (de até $\frac{1}{3}$ do comprimento entre fraturas justapostas) e fraturas

oxidadas. As propriedades físicas e mecânicas são inferiores às da rocha sã, sendo entretanto, uma rocha bastante resistente, quebrando com relativa dificuldade sob ação do martelo. Quando pouco fraturada só pode ser escavada a fogo.

- A4** - Rocha muito alterada ou Rocha Alterada Mole (RAM): minerais constituintes muito alterados, às vezes pulverulentos e friáveis, com fraturas preenchidas com materiais terrosos e descoloração total entre fraturas. As propriedades físicas e mecânicas são acentuadamente inferiores às da rocha alterada dura. Quebra facilmente com as mãos e é escavável à picareta e por meios mecânicos convencionais. Rocha considerada como saprolito grosso ou duro.
- A5** - Rocha extremamente alterada ou Solo de Alteração (SA): minerais constituintes totalmente alterados, estando preservadas as estruturas originais da rocha. Pode ser escavado por qualquer meio manual ou mecânico convencional. Rocha classificada como saprolito brando ou solo saprolítico.

3.3 Grau de Fraturamento

O grau de fraturamento indica o número de descontinuidades por unidade litológica e por trecho de fraturamento homogêneo, independente da manobras.

São considerados como descontinuidades todas as estruturas que promovam a separação física do testemunho ao longo do plano de descontinuidade, tais como: fraturas, diáclases, juntas e micro-falhas. Planos de xistosidade ou estratificação não são considerados, no entanto deve ser indicada a maior ou menor facilidade de partição da rocha ao longo desses planos. Também não são consideradas as estruturas onde injeções de material pétreo (quartzo, calcita, etc) promovam a soldagem das paredes, conferindo ao conjunto rocha-fratura uma resistência igual ou superior à da rocha. Na avaliação do grau de fraturamento e RQD são consideradas as fraturas que apresentarem separação física do testemunho durante a operação de sondagem, indicando que o efeito de solda foi insuficiente para manter ou elevar a resistência do maciço.

Serão consideradas todas as descontinuidades existentes, com exceção de:

- a) fraturas artificiais produzidas pela operação de sondagem;
- b) fraturas soldadas por material pétreo, de resistência igual ou superior à da rocha (não sofreram separação física durante a operação de sondagem).

Os graus de fraturamento considerados são:

GRAU DE FRATURAMENTO	Nº DE FRATURAS POR METRO
F1 – rocha pouco fraturada	0 - 1
F2 – rocha fraturada	2 - 5
F3 – rocha muito fraturada	6 - 11
F4 – rocha extremamente fraturada	11 - 20
F5 – rocha fragmentada	> 20

Obs.: para zonas cisalhadas será atribuído o grau F5.

3.4 Rugosidade das Descontinuidades

A análise das irregularidades das superfícies das descontinuidades tem por objetivo avaliar o potencial de resistência ao cisalhamento do maciço. São consideradas as descontinuidades sem preenchimento, isto é, que apresentam contato rocha x rocha.

São consideradas três tipos de superfícies:

- S1** - superfície rugosa: áspera ao tato - as peças dos testemunhos, quando justapostas, apresentam travamento.
- S2** - superfície lisa: suave ao tato - as peças não apresentam travamento quanto justapostas.
- S3** - superfície estriada: sedosa ao tato - com ou sem travamento das peças quando justapostas.

Obs.: a oxidação da superfície dever ser anotada na descrição litológica.

3.5 Paredes e preenchimento das descontinuidades

A análise das paredes e preenchimento das descontinuidades permite avaliar as características de resistência ao cisalhamento das juntas e de deformabilidade do maciço. Quando o material de preenchimento apresentar espessura superior a 10,0 cm deverá ser considerado como camadas e individualizadas na descrição. Como o material de preenchimento nem sempre é recuperado pelas sondagens, vestígios ou evidências de sua existência deverão ser convenientemente interpretados.

Quando ocorrem evidências de material de preenchimento ou indicação de remoção do mesmo pela água de circulação, dever ser indicado na descrição.

Tipos de paredes e preenchimento das descontinuidades:

- P1** - descontinuidades justapostas - paredes sãs.
- P2** - descontinuidades preenchidas por materiais pétreos.
- P3** - descontinuidades justapostas - alteração incipiente das paredes.
- P4** - descontinuidades justapostas ou não - alteração milimétrica das paredes e seu preenchimento.
- P5** - descontinuidades com paredes alteradas e com preenchimento. O tipo de preenchimento deverá ser colocado em seguida, entre parênteses, segundo a seguinte classificação:

Ag - argila	mp - minerais pretos
Si - sílica	mb - minerais brancos
Ca - calcáreo	pel - película mineralizada
a/s - areia ou silte	mv - minerais verdes

- E** - designa descontinuidades que não se enquadrem nos tipos acima relacionados. Deverão ser descritas na coluna "Descrição do Material".

3.6 Inclinação das Descontinuidades

A avaliação da inclinação das descontinuidades, em furos verticais, será em relação à horizontal. No caso de furos inclinados e orientados, as atitudes deverão ser indicadas em separado. A avaliação da inclinação será realizada nos mesmos trechos considerados no grau de fraturamento, sendo admitido, no máximo, duas categorias para um mesmo trecho.

Categorias adotadas:

- V** - vertical ou subvertical: mergulho 71° a 90° .
- I** - inclinada: mergulho de 21° a 70° .
- H** - horizontal ou sub-horizontal: mergulho de 0° a 20° .

3.7 Rock Quality Designation (RQD)

É uma medida de recuperação de testemunhos modificada, que considera o grau de fraturamento e o grau de alteração da rocha.

É definida como a somatória dos comprimentos dos testemunhos de rocha sã, pouco alterada ou alterada dura, maiores ou iguais a 10,0 cm, dividido pelo comprimento total do trecho, expresso em porcentagem.

Os critérios para avaliação do RQD são os seguintes:

- a) somente são considerados os testemunhos de rocha sã (A1), pouco alterada (A2) e alterada dura (A3);
- b) não são consideradas fraturas artificiais (produzidas pela operação da máquina ou manuseio) evidentes em rocha considerada intacta;
- c) a contagem do RQD é realizada por unidade litológica e por trecho definido pelo grau de fraturamento. Não deve ser considerado integralmente as manobras que atravessem contatos litológicos;
- d) o comprimento de cada pedaço individual de testemunho deverá ser medido ao longo da linha central deste, de maneira que as descontinuidades que se apresentam paralelas ao furo não alterem os valores de RQD. Em testemunhos orientados, o RQD é avaliado na linha de orientação;
- e) em sondagens onde ocorram fraturas verticais ou subverticais, o trecho será penalizado com a redução de dez centímetros na contagem do RQD;
- f) o procedimento para zonas cisalhadas e para preenchimentos muito mais fracos que a rocha encaixante (mesmo quando superiores a dez centímetros), é o mesmo utilizado para contatos litológicos.

Os graus de RQD são:

GRAU	%	QUALIDADE DA ROCHA
R1	100-91	Excelente
R2	90-70	Boa
R3	75-51	Regular
R4	50-26	Má
R5	25-0	Péssima

3.8 Condutividade Hidráulica

Este parâmetro é obtido dos resultados dos ensaios de perda d'água sob pressão. Independente da pressão do ensaio, deverá ser adotada a máxima perda d'água específica (l/min.m/(kg/cm²)), obtida do cálculo para cada estágio de pressão efetivamente aplicado no trecho ensaiado.

Os graus de condutividade hidráulica são:

GRAU	PERDA ESPECÍFICA (l/min.m/(kg/cm ²))
H1 – muito baixa	0,0 – 0,1
H2 – baixa	0,1 – 1,0
H3 – moderada	1,0 – 3,0
H4 – alta	3,0 – 10,0
H5 – muito alta	> 10,0

INSTRUÇÃO NORMATIVA PARA O USO DE SIMBOLOGIAS EM PERFIS INDIVIDUAIS DE SONDAgens E SEÇÕES GEOLÓGICAS

1 Objetivo

Esta Instrução Normativa tem com objetivo normalizar a simbologia usada em perfis individuais de sondagens e seções geológicas no âmbito do DEINFRA.

2 Critérios para elaboração da simbologia

2.1 É possível representar todos os tipos de solos e rochas através da utilização de símbolos simples, que combinados resultarão em símbolos compostos, representando os diversos tipos de variações litológicas existentes.

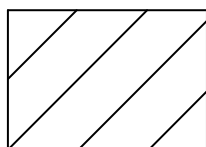
2.2 Os símbolos deverão ser representados com orientação paralela à esquadria do desenho. Não deve ser levado em consideração o fato das formações estarem inclinadas ou dobradas.

2.3 O uso da simbologia não exige da necessidade da descrição dos materiais representados, com todos os dados que os caracterizam.

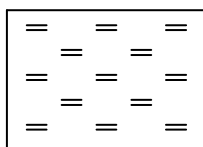
3 Materiais inconsolidados

3.1 O critério a ser seguido na elaboração da simbologia é a classificação granulométrica. Nos casos de ocorrência de talus, aluvião, coluvião, etc (termos genéticos) a simbologia deve ser representada com base na classificação granulométrica, informando sua classificação genética a parte.

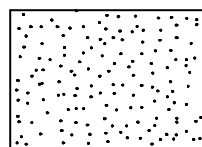
3.2 Os símbolos para a argila, silte, areia e pedregulho são representados a seguir:



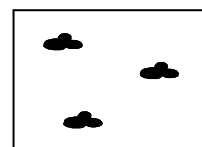
argila



silte

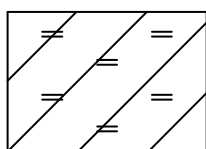


areia

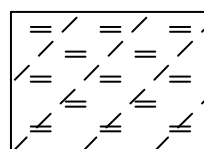


pedregulho

3.3 A maior ou menor porcentagem de uma fração é representada por uma maior ou menor frequência do símbolo, exceção feita para a argila, que deverá ser representada por linhas paralelas tracejadas quando tiver ocorrência secundária.

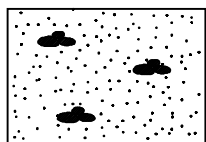


argila siltosa

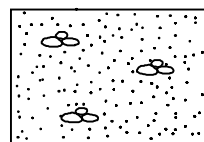


silte argiloso

3.4 A maior ocorrência de pedregulho é representada pelo símbolo sombreado.

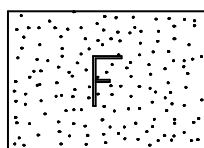


pedregulho arenoso

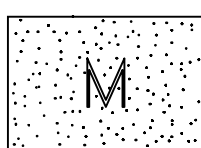


areia com pedregulho

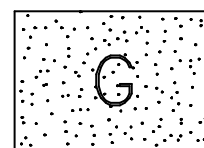
3.5 Na ocorrência de areias devem ser usadas as iniciais "F" para fina, "M" para média e "G" para grossa, de acordo com a granulometria de que são compostas. A seqüência das iniciais indicará a predominância das frações granulométricas.



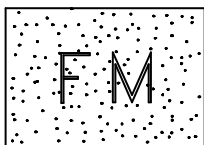
areia fina



areia média



areia grossa



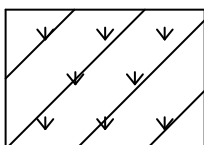
areia fina a
média



areia média, fina
e grossa

3.6 Aterro deve ser representado por uma simbologia baseada em termos granulométricos. É imprescindível a indicação de aterro a parte.

3.7 Símbolos de restos de vegetais e conchas devem complementar a litologia a que pertencem quando se fizer necessário.

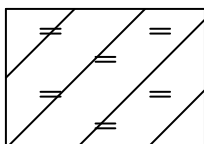


argila com restos
vegetais

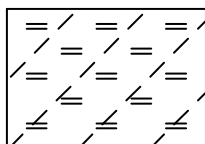


areia com restos
de conchas

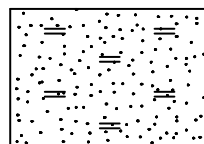
3.8 A seguir são apresentadas composições dos símbolos simples representando alguns tipos de solos:



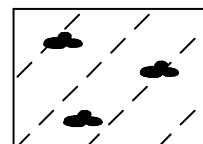
argila siltosa



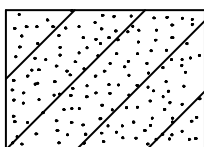
silte argiloso



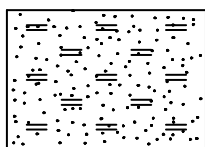
areia argilosa



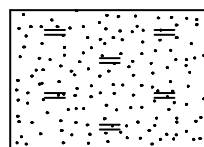
pedregulho
argiloso



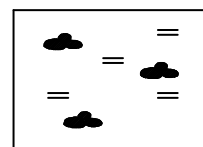
argila arenosa



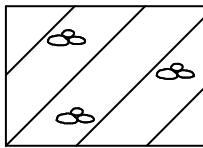
silte arenoso



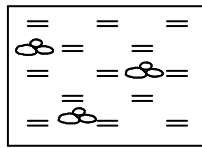
areia siltosa



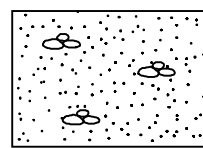
pedregulho
siltoso



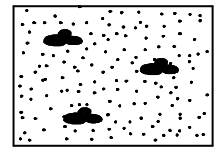
argila com pedregulho



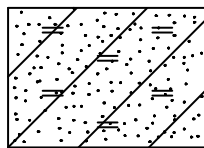
silte com pedregulho



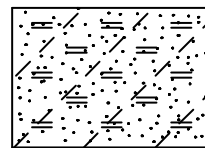
areia com pedregulho



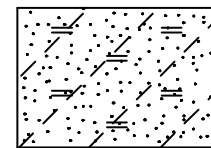
pedregulho arenoso



argila silto-arenosa ou areno-siltosa



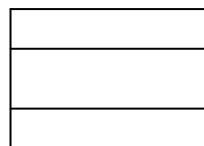
silte argilo-arenoso ou areno-argiloso



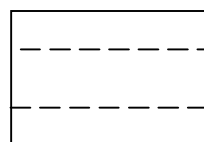
areia argilo-siltosa ou silto-argilosa

4 Rochas Sedimentares

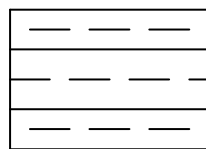
4.1 O critério de classificação utilizado para a representação da simbologia das rochas sedimentares teve como base a gênese dos materiais. A representação das unidades litológicas serão feitas a partir de um padrão de linhas horizontais paralelas:



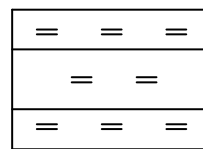
4.2 Quando ocorrem rochas alteradas (em função da coerência da rocha), o padrão do item 4.1 será o mesmo, sendo substituído as linhas paralelas contínuas por linhas paralelas tracejadas:



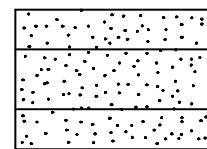
4.3 A seguir são representados os símbolos simples para as rochas sedimentares:



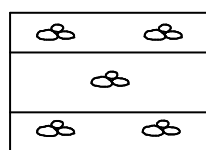
argilite



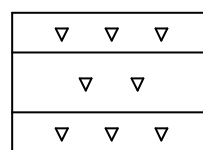
siltite



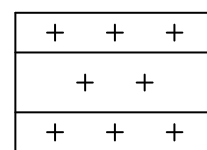
arenite



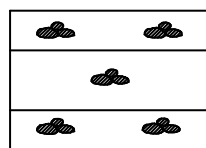
conglomerado



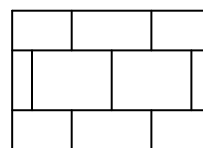
brecha sedimentar



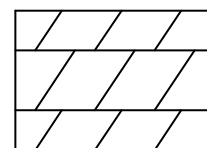
arcósio



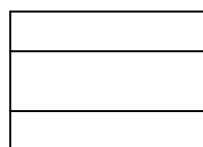
tilite



calcáreo

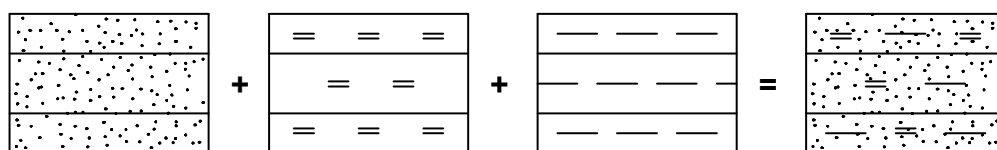


dolomite



folhelho

4.4 A combinação de símbolos simples permite a representação de tipos litológicos, como um arenito síltico-argiloso, no qual o símbolo composto resulta da combinação de três símbolos simples:



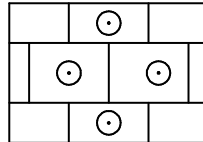
arenite

siltite

argilite

arenite síltico-argiloso

4.5 Para casos específicos, onde novos símbolos deverão ser utilizados, podem ser criados símbolos compostos a partir dos símbolos simples existentes:

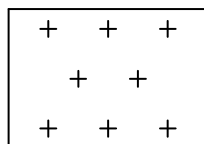


calcáreo oolítico

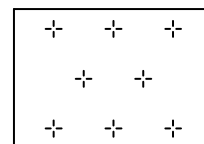
5 Rochas Ígneas

5.1 O critério de classificação utilizado para a representação da simbologia das rochas ígneas teve como base a gênese dos materiais, sendo divididas quanto à forma de jazimento (intrusivas e efusivas) e quanto à composição química (ácidas, intermediárias e básicas).

5.2 Os símbolos de rocha alterada são compostos seccionando-se os símbolos de rocha sã:



granito sã



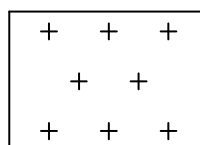
granito alterado

5.3 A seguir estão representados os seis símbolos criados para as rochas sã e seus correspondentes alterados:

5.3.1 Rochas Intrusivas

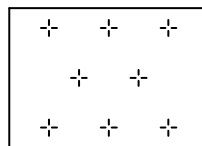
a) Ácidas:

Rocha sã



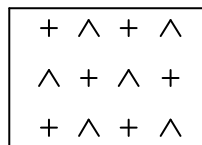
granito, adamelito,
granodiorito

Rocha alterada



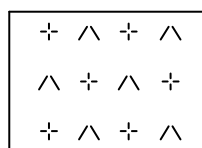
b) Intermediárias:

Rocha sã



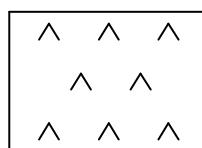
sienito, diorito,
monzonito

Rocha alterada



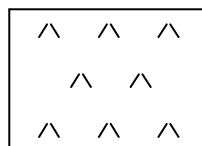
c) Básicas:

Rocha sã



diabásio, gabro,
piroxenito, peridotito

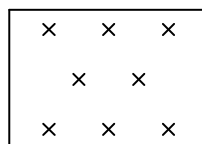
Rocha alterada



5.3.2 Rochas Efusivas

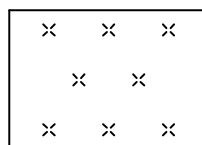
a) Ácidas:

Rocha sã



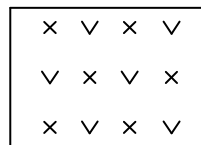
riolito, dacito, aplito

Rocha alterada



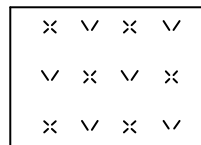
b) Intermediárias:

Rocha sã



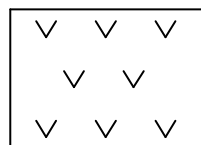
traquito, andesito

Rocha alterada



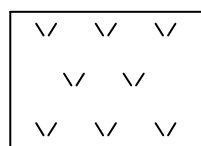
c) Básicas:

Rocha sã

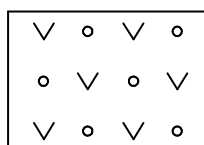


basalto

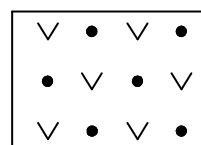
Rocha alterada



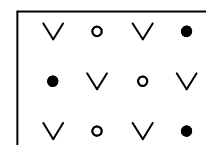
5.3.3 Podem ser criados símbolos compostos de acordo com a necessidade da representação:



basalto vesicular



basalto amigdalóide

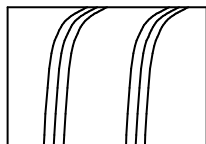


basalto
vesículo-amigdaloidal

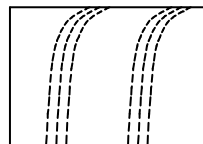
6 Rochas Metamórficas

6.1 O critério de classificação utilizado para a representação da simbologia das rochas ígneas teve como base a gênese dos materiais, sendo estabelecido um padrão a partir do qual serão representados todas as simbologias.

6.2 Linhas verticais, contínuas e sinuosas representam o padrão de rocha metamórfica. A rocha alterada será representada por linhas verticais, tracejadas e sinuosas:

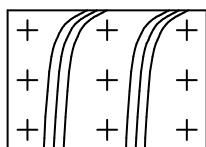


rocha metamórfica sã

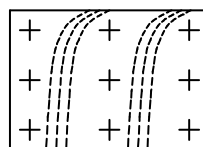


rocha metamórfica alterada

Como exemplo, a representação para gnaissé seria:

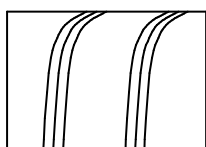


gnaisse sã

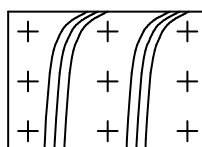


gnaisse alterado

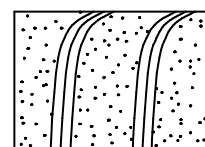
6.3 A seguir estão representados 8 símbolos simples de rocha metamórfica:



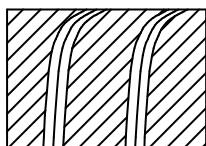
xisto



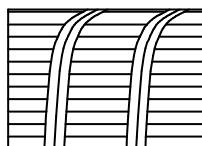
gnaisse



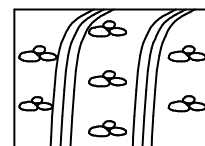
quartzito



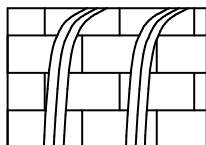
filito



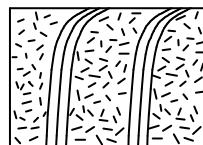
ardósia



metaconglomerado



mármore



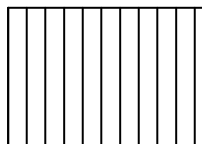
anfibolito

7 Diversos

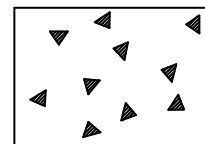
7.1 Algumas das representações gráficas não participam dos critérios de classificação propostos. Pela importância desses símbolos na elaboração de perfis de sondagens e seções geológicas, são apresentados a seguir:



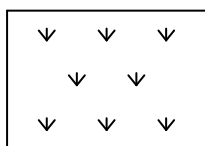
matações/seixos



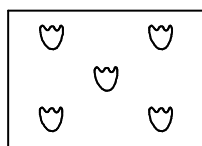
turfa



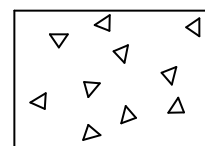
brecha tectônica



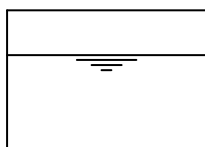
restos de vegetais
ou matéria orgânica



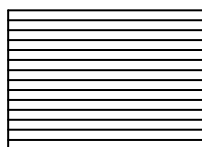
restos de conchas



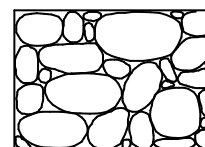
brecha magmática
ou basáltica



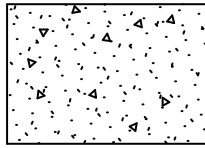
lâmina d'água
nível d'água



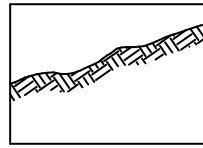
entulho e piso



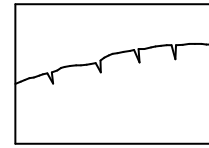
enrocamento



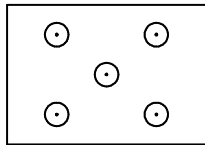
concreto



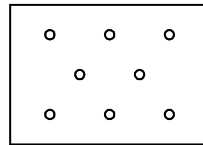
superfície do
terreno



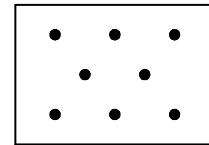
superfície de
rocha



oolito



vesícula



amígdala

INSTRUÇÃO NORMATIVA PARA EXECUÇÃO DE SONDAGEM A TRADO

1 Definição

Sondagem a trado é um método de investigação geológico-geotécnica de solos que utiliza como instrumento o trado: um tipo de amostrador de solo constituído por lâminas cortantes, que podem ser espiraladas (trado helicoidal ou espiral) ou convexas (trado concha ou cavadeira). Tem por finalidade a coleta de amostras deformadas, determinação de profundidade do nível d'água e identificação dos horizontes do terreno.

2 Identificação

Deverá ser identificada pela sigla **ST**, seguida do número indicativo de ordem. Em cada obra este número será sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem. Quando for necessário a execução de mais de um furo em um mesmo ponto de investigação (item 4.10), os furos subsequentes terão a mesma numeração do primeiro furo, acrescida das letras A, B, C, etc.

3 Equipamentos e ferramentas

3.1 Os equipamentos e ferramentas a serem fornecidos pela Empreiteira serão aqueles adequados para a execução de sondagem até 15,0 m de profundidade, ou que atendam a programação e especificação estabelecidas no contrato de serviço.

3.2 Os equipamentos e ferramentas padrões compõe-se dos seguintes elementos: trado concha com diâmetro mínimo de 63,5 mm (2½"); trado espiral, com diâmetro mínimo de 63,5 mm; cruzetas, hastes e luvas de ferro galvanizado (diâmetro mínimo de 25,0 mm) ou aço sem costura (diâmetro mínimo de 19,0 mm); ponteira constituída por peça de aço terminada em bisel, com 63,0 mm de largura e comprimento mínimo de 200,0 mm; chaves de grifo; metro ou trena; recipientes herméticos para amostras tipo copo; parafina; sacos plásticos ou de lona; etiquetas de identificação; e medidor de nível d'água.

3.3 As hastes deverão ser retilíneas e dotadas de roscas em bom estado que permitam firme conexão com as luvas. As hastes quando acopladas, deverão formar um conjunto retilíneo.

3.4 As hastes deverão apresentar comprimento métrico exatos (p. ex. 1, 2, 3 m, etc), facilitando a operação de início do furo e evitando emendas sucessivas a maiores profundidades.

3.5 A Fiscalização poderá solicitar a substituição de qualquer material que julgar inadequado.

4 Execução da sondagem

4.1 A sondagem deverá ser iniciada após a realização de limpeza de uma área que permita a execução de todas as operações sem obstáculos. Deve ser providenciada a abertura de um sulco ao redor do furo para desviar as águas da chuva. Este item será desconsiderado quando da realização de sondagens para determinação de espessura de material em jazidas.

4.2 Junto ao local onde será executada a sondagem deverá ser cravado um piquete com a identificação da sondagem, que servirá de ponto de referência para medidas de profundidade e para fins de amarração topográfica.

4.3 A sondagem deverá ser iniciada com o trado concha e seu avanço será feito até os limites especificados no item 4.9, observando-se antes as condições discriminadas no item 4.4.

4.4 Quando o avanço do trado concha se tornar difícil deverá ser utilizado o trado espiral, quando tratar-se de solos argilosos, ou deverá ser feita uma tentativa de avanço empregando-se uma ponteira, em caso de camadas de cascalho.

4.5 Os materiais retirados do furo deverão ser agrupados em montes dispostos segundo as profundidades de coleta, depositados à sombra, em local ventilado, sobre uma lona ou tábua, de modo a evitar sua contaminação com o solo superficial do terreno e a perda de umidade.

4.6 Profundidade do furo: precisão de 5,0 centímetros, controlada pela diferença entre o comprimento total das hastes (com o trado) e a sobra das hastes em relação ao piquete de referência fixado junto à boca do furo.

4.7 Se a sondagem atingir o nível freático, a sua profundidade deverá ser anotada. O nível estático e a avaliação da vazão de escoamento d'água ao nível do solo deve ser registrado se ocorrerem artesianismo não surgente e artesianismo surgente, respectivamente.

4.8 O nível d'água deverá ser medido todos os dias, antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte após concluído o furo. Nos intervalos dos turnos de furação e nos períodos de espera para a medida final do nível d'água, o furo deverá permanecer tamponado e protegido da entrada de água da chuva.

4.9 A sondagem a trado será dada por terminada nos seguintes casos:

- a) quando atingir a profundidade especificada na programação dos serviços;

- b) quando ocorrerem desmoronamentos sucessivos da parede do furo;
- c) quando o avanço do trado for inferior a 5,0 cm em 10 minutos de operação contínua de perfuração.

4.10 Em terrenos que forem impenetráveis a trado (ocorrência de cascalho, matações ou rocha) e a critério da Fiscalização ou por estar especificado na programação de serviço, o furo deverá ser dado como terminado, sendo iniciado um novo furo deslocado de cerca de 3,0 m, para qualquer direção. Todas as tentativas deverão constar da apresentação final dos resultados.

4.11 Todos os furos deverão ser totalmente preenchidos com solo após o seu término, salvo especificado ao contrário pela Fiscalização, sendo cravado no local uma estaca com sua identificação. Nos furos que alcançarem o nível d'água, esta operação será feita após a última medida do nível d'água (item 4.8).

5 Amostragem

5.1 Quando o material perfurado for homogêneo, as amostras deverão ser coletadas a cada metro, salvo orientação em contrário da Fiscalização. Se houver mudança no transcorrer do metro perfurado deverão ser coletadas tantas amostras quantos forem os diferentes tipos de materiais.

5.2 As amostras serão identificadas por duas etiquetas, uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem, onde constem:

- a) número do furo;
- b) número da amostra;
- c) intervalo de profundidade da amostra;
- d) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- e) estaca ou quilômetro;
- f) data da coleta.

As anotações deverão ser feitas com caneta esferográfica ou tinta indelével, em papel cartão, sendo este protegido de avarias no manuseio das amostras.

5.3 Amostras para ensaios geotécnicos

5.3.1 As amostras para ensaios geotécnicos deverão ser condicionadas imediatamente após a sua retirada do furo.

5.3.2 Para determinação de umidade natural, coleta-se primeiro 100,0 g em recipiente de tampa hermética, parafinada ou selada com fita colante.

5.3.3 A seguir coleta-se cerca de 14,0 kg de material, em sacos de lona ou plástico com amarrilho, para os demais ensaios geotécnicos.

5.4 Amostras para estudos geológicos

Coleta-se cerca de 0,5 kg, para uma ou mais amostras por metro de furo, dependendo da homogeneidade do material. As amostras deverão ser acondicionadas em recipientes rígidos ou saco plástico transparente. O material retirado dos últimos centímetros do furo deverá constituir-se numa amostra.

5.5 O material coletado no processo de amostragem deverá permanecer guardado à sombra, em local ventilado, até o final da jornada diária, quando será transportado para o local indicado pela Fiscalização.

6 Apresentação dos resultados

6.1 Informações sobre o andamento da sondagem deverão ser fornecidas diariamente, quando solicitadas pela Fiscalização.

6.2 O relatório final deverá ser apresentado no prazo e em número de vias estipulados na proposta. Deverá constar de perfis individuais (em modelo a ser acertado entre as partes) na escala 1:100 ou maior, conforme solicitação da Fiscalização, onde conste, no mínimo:

- a) nome do Órgão e Diretoria interessada;
- b) número do furo;
- c) tipo de obra;
- d) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- e) sigla e trecho da rodovia mais próxima (quando a obra não estiver na área de influência da rodovia da qual faz parte);
- f) estaca ou quilômetro;
- g) diâmetro da sondagem;
- h) cota (se fornecida);
- i) data da execução;
- j) tipo e profundidade das amostras coletadas;
- l) motivo da paralisação;
- m) medidas de nível d'água com data, hora e profundidade do furo por ocasião da medida. No caso de não ser atingido o nível d'água devem ser anotadas as palavras "**furo seco**";
- n) classificação geotécnica visual dos materiais atravessados, feita por geólogo, engenheiro geotécnico ou técnico especializado. O nome e assinatura deverão constar no perfil.

6.3 Devem acompanhar os perfis individuais:

- a) texto explicativo com localização, tempo gasto, totais de furos executados e de metros perfurados, bem como outras informações de interesse e conhecimento da Empreiteira, com nome e assinatura do responsável pela firma;
- b) planta de localização das sondagens ou na sua falta, esboço com distâncias aproximadas e amarração.

6.4 A Empreiteira deverá enviar junto com o relatório final, cópia reprográfica dos boletins de campo das sondagens realizadas.

INSTRUÇÃO NORMATIVA PARA EXECUÇÃO DE POÇOS DE INSPEÇÃO EM SOLOS

1 Definições

Poço de inspeção em solo é uma escavação vertical de seção circular ou quadrada, com dimensões mínimas suficientes para permitirem o acesso de um observador, visando a inspeção das paredes e fundo, bem como a retirada de amostras representativas, deformadas e indeformadas.

Amostra representativa deformada: extraída por raspagem ou escavação, implicando na destruição da estrutura e na alteração das condições de compacidade ou consistência naturais.

Amostra indeformada: extraída com o mínimo de perturbação, procurando manter sua estrutura e condições de umidade e compacidade ou consistência naturais.

2 Identificação

Deverão ser identificados pela sigla "P", seguida de número indicativo. Em cada obra o número deverá ser sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo do poço.

3 Equipamentos e ferramentas

3.1 A Empreiteira deverá fornecer equipamentos e ferramentas que atendam as especificações de serviços, em solos com coesão acima do nível freático.

3.2 Os equipamentos e ferramentas constarão dos seguintes elementos principais: sarilho, corda, enxadão, picareta, pá, balde, enxada, colher de pedreiro, espátula de aço, faca de cortar frios, serrote sem costa, fio de arame de aço, caixa cúbica de madeira, talagarça ou crepom, parafina, aquecedor, pincel, serragem, guarda-sol, carrinho de mão, sacos plásticos e de lona, etiquetas para identificação, trena.

3.3 A corda e sarilho deverão possuir resistência suficiente para suportarem, com segurança, carga de no mínimo 150,0 kg.

3.4 A caixa cúbica de madeira deverá ter suas partes componentes aparafusadas.

4 Execução

4.1 A escavação do poço se iniciará após a limpeza de uma área de 4,0 m X 4,0 m e a construção de uma cerca, no perímetro da área limpa, constituída de madeira ou com quatro fios de arame farpado fixados em mourões.

4.2 Em escavações de poços próximos a edificações ou em áreas urbanas deverá ser mantido, ao redor do poço, um isolamento adequado, com dimensões de acordo com a área disponível, e sinalização de advertência.

4.3 Para evitar a entrada de água da chuva no poço deverá ser providenciado a abertura de um sulco para drenagem no perímetro da área cercada.

4.4 A dimensão mínima do poço será de 1,10 m. A sua forma deverá ser de preferência circular, para maior segurança e rendimento.

4.5 A escavação deverá ser executada com picareta, enxadão e pá e prosseguirá normalmente até uma profundidade que possibilite lançar para fora o material escavado. Para o prosseguimento da escavação, deverá ser instalado um sarilho munido de corda, para a entrada e saída dos operários e retirada do material escavado.

4.6 Durante a fase de execução e descrição, por razões de segurança, a Empreiteira deverá manter uma corda de reserva estendida junto à parede do poço e firmemente fixada na superfície do terreno. Nas paredes do poço deverão ser escavados degraus dispostos segundo duas fileiras diametralmente opostas que facilitem escalar o poço com o auxílio da corda de reserva.

4.7 No caso de serem detectados quaisquer indícios de instabilidade, por menor que sejam, deverá ser imediatamente providenciado um escoramento apropriado. Tal providência deverá garantir a estabilidade nos pontos considerados instáveis, sem prejudicar a inspeção visual das paredes. Para tanto, o escoramento deverá ter aberturas retangulares, verticais, com largura suficiente para permitir o exame de toda a seqüência vertical do terreno.

4.8 Caberá única e exclusivamente ao Empreiteiro a responsabilidade de verificar a estabilidade das paredes dos poços em execução, interrompendo os trabalhos de escavações tão logo seja verificado indício de desmoronamento, que coloque em risco a integridade dos operários. A Fiscalização opinará sobre a necessidade de dar continuidade ao poço, no caso de insegurança para os trabalhos. Sendo necessário o aprofundamento do poço, o escoamento será feito pela Empreiteira, com base em sua experiência neste tipo de serviço.

4.9 Em poço escavado em terrenos ricos em matéria orgânica, deverá ser providenciada ventilação forçada, de modo a expulsar eventuais emanações de gases tóxicos.

4.10 Todo o solo retirado do poço deverá ser depositado ao seu redor, em ordem seqüencial, de maneira a formar um anel, fora da área cercada, onde a distribuição vertical dos materiais atravessados fique reproduzida sem escala.

4.11 O controle da profundidade do poço será feito através de medida direta entre o fundo do poço e um ponto de referência na superfície natural do terreno.

4.12 Quando a escavação estiver a uma profundidade de 0,10 m acima da cota prevista para a retirada da amostra indeformada, deve-se evitar o pisoteamento do terreno sobrejacente à superfície do topo da amostra. Deverão ser observados os procedimentos do item 5.2.3.

4.13 No caso de atingir o nível freático a operação de escavação deverá ser interrompida, anotando-se sua profundidade. No caso de artesianismo deverá ser registrado o nível estático.

4.14 O nível d'água deverá ser medido todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte após a conclusão do poço.

4.15 O poço será considerado concluído nos seguintes casos:

- a) quando atingir a profundidade prevista pela programação dos trabalhos;
- b) quando houver insegurança para a continuidade dos trabalhos;
- c) quando ocorrer infiltração acentuada de água que torne pouco produtiva a escavação;
- d) quando ocorrer, no fundo do poço, material não escavável por processos manuais.

4.16 No final de cada jornada de trabalho, a boca do poço deverá ser coberta por uma tampa, apoiada sobre um cordão de solo, que impeça a entrada de animais e águas pluviais. Tal procedimento deverá também ser aplicado na conclusão do poço, caso haja interesse em mantê-lo aberto.

4.17 Não havendo interesse na manutenção do poço aberto, após a conclusão dos serviços, este deverá ser totalmente preenchido com solo.

4.18 Para efeito de identificação no local do poço, deverá ser cravada uma tabuleta contendo no mínimo os seguintes dados:

- a) número do poço;
- b) profundidade; e
- c) cota da boca (se fornecida).

5 Amostragem

5.1 Amostras deformadas

5.1.1 As amostras deformadas deverão ser coletadas a cada metro escavado em material homogêneo, salvo orientação em contrário da Fiscalização. Se ocorrer mudança no transcórper do metro perfurado deverão ser coletadas tantas amostras quanto forem os diferentes tipos de materiais.

5.1.2 As amostras serão identificadas por duas etiquetas de papel cartão, uma externa e outra interna ao recipiente de amostragem. As anotações deverão ser feitas com caneta esferográfica ou tinta indelével, devendo as etiquetas ficarem protegidas de avarias no manuseio das amostras. Devem conter:

- a) número do poço;
- b) número da amostra;
- c) intervalo de profundidade da amostra;
- d) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- e) estaca ou quilômetro;
- f) data da amostragem.

5.1.3 As amostras serão coletadas do material retirado do poço à medida que a escavação avance. No caso de amostragem para determinação da umidade natural, não será permitida que seja feita por raspagem da parede do poço após sua conclusão.

5.1.4 As amostras deverão ser coletadas em quantidades variáveis em função da necessidade, sendo colocadas sem demora em dois recipientes: um, de tampa hermética parafinada ou selada com fita colante para a determinação da umidade natural e outro de lona ou plástico com amarrilho para os demais ensaios.

5.1.5 As amostras deverão permanecer guardadas à sombra, em local ventilado, até o final da jornada diária, quando serão transportadas até o local indicado para a realização dos ensaios.

5.2 Amostras indeformadas

5.2.1 O número de amostras indeformadas, bem como as profundidades de coleta, deverão ser determinados pela equipe técnica que acompanha a obra.

5.2.2 As amostras indeformadas serão coletadas em blocos com formato cúbico, com arestas de 0,30 m de dimensão mínima.

5.2.3 Quando o fundo do poço se encontrar a cerca de 0,10 m da profundidade a ser amostrada, a escavação deverá ser cuidadosa, e executada com as mesmas ferramentas utilizadas na talhagem do bloco.

5.2.4 Atingida a cota de topo do bloco, deverá ser iniciada a talhagem do mesmo, nas dimensões previstas, até 0,10 m abaixo de sua base, sem seccioná-lo.

5.2.5 Talhado o bloco, o seu topo deverá ser identificado com a marcação de um "T" (topo), e suas faces expostas, inicialmente, deverão ser envolvidas com faixa de crepom ou similar e, em seguida, deverá receber uma camada de parafina líquida aplicada com pincel. Cuidados especiais devem se tomados em caso de solo de baixa coesão, quando o

bloco deve ser reforçado com envolvimento extra de crepom ou similar e parafina, antes do seccionamento de sua base.

5.2.6 Após a operação do item anterior, a amostra deve ser envolvida com uma forma quadrada de madeira aparafusada, dimensão interna 0,04 m maior que o lado do bloco. Colocada a forma e bem selado o contato com o solo abaixo do bloco, deve ser despejado parafina líquida nos vazios da forma e na face superior do bloco.

5.2.7 Após o endurecimento da parafina, o bloco deve ser seccionado cuidadosamente pela base, regularizando e parafinando esta.

5.2.8 O bloco deverá ser retirado do poço com a forma e, após a sua remoção, deverá ser indicado o topo do bloco, bem como ser-lhe colada uma etiqueta de identificação em que constem os seguintes dados:

- a) número do poço;
- b) número da amostra;
- c) orientação em relação a uma direção (montante-jusante, norte-sul, etc);
- d) profundidade do topo e base do bloco em relação ao nível de referência na superfície do terreno;
- e) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- f) estaca ou quilômetro;
- g) cota da boca do poço (se fornecida);
- h) data da amostragem;
- i) nome do operador.

5.2.9 O bloco deverá ser colocado em uma caixa cúbica de madeira ou material de rigidez similar, com dimensão interna 0,06 m maior que o lado do bloco, com tampa aparafusada. Os espaços entre as faces do bloco e a caixa deverão ser preenchidos com serragem fina pouco umedecida.

5.2.10 No lado da caixa correspondente ao topo do bloco, deverá ser afixada uma etiqueta com os mesmos dizeres da etiqueta colada no bloco.

5.2.11 Todos os procedimentos de retirada de uma amostra indeformada deverão ser executados sem interrupções, no menor tempo possível, ao abrigo de luz solar direta ou da água da chuva.

5.2.12 As amostras coletadas deverão permanecer guardadas à sombra, 2em local ventilado, até o final da jornada diária, quando serão transportadas com o máximo cuidado, sem choques ou vibrações, até o local indicado para a realização dos ensaios.

6 Apresentação dos resultados

6.1 Informações sobre o andamento da execução dos serviços deverão ser fornecidas diariamente, quando solicitadas pela Fiscalização.

6.2 O relatório final deverá ser apresentado no prazo e em número de vias estipulados na proposta. Deverá constar de perfis individuais (em modelo a ser acertado entre as partes) na escala 1:100 ou naquela que melhor se adequar as dimensões do poço e a descrição dos materiais, onde conste, no mínimo:

- a) nome do Órgão e Diretoria interessada;
- b) número do poço;
- c) tipo de obra;
- d) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- e) sigla e trecho da rodovia mais próxima (quando a obra não estiver na área de influência da rodovia da qual faz parte);
- f) estaca ou quilômetro;
- g) cota da boca do poço (se fornecida);
- h) data da execução;
- i) forma e dimensões do poço;
- j) tipo e profundidade das amostras coletadas;
- l) medidas do nível d'água com data, hora e profundidade do poço na ocasião da medida. No caso de não ser atingido o nível d'água, deve ser anotado as palavras "**poço seco**".
- m) classificação geotécnica visual dos materiais atravessados, suas estruturas, resistências, etc;
- n) nome e assinatura do geólogo, engenheiro geotécnico ou técnico especializado responsável pela classificação geotécnica;
- o) indicações de anomalias observadas;
- p) observações sobre o preenchimento do furo ou o motivo do seu não preenchimento;
- q) motivo da paralisação do poço.

6.3 Devem acompanhar os perfis individuais:

- a) texto explicativo com localização, tempo gasto, número de poços executados, total de metros escavados, bem como outras informações de interesse e conhecimento da Empreiteira;

b) planta de localização dos poços ou na sua falta, esboço com distâncias aproximadas e amarrações.

6.4 A Empreiteira deverá enviar junto com o relatório final, cópia reprográfica dos boletins de campo dos poços realizados.

INSTRUÇÃO NORMATIVA PARA EXECUÇÃO DE SONDAGEM À PERCUSSÃO

1 Definição

Sondagem à percussão é um método de investigação geológico-geotécnica de solos, em que a perfuração é obtida através da percussão destes por peças de aço cortantes. É utilizada tanto para a obtenção de amostras como de índices de penetração do solo.

2 Identificação

Deverá ser identificada pela sigla **SP**, seguida de número indicativo de ordem. Em cada obra este número será sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem. Quando for necessária a execução de mais de um furo num mesmo ponto de investigação, os furos subsequentes terão a mesma numeração do primeiro, acrescida das letras A, B, C, etc.

IMPORTANTE: no caso de prosseguimento da sondagem pelo método rotativo, esta deverá ser denominada com a sigla e número das sondagens rotativas (item 2 da Instrução Normativa 07/94 - Sondagem Rotativa).

3 Equipamentos e ferramentas

3.1 Os equipamentos e ferramentas a serem fornecidos pela Empreiteira serão aqueles adequados para a execução de sondagens que atendam a programação e especificação estabelecidas no contrato de serviços.

3.2 Os equipamentos e ferramentas padrões compõe-se dos seguintes elementos: tripé com roldanas, guincho mecânico ou com moitão; trado concha e espiral; hastes e luvas de aço; alimentador d'água, cruzeta, trépano e "T" de lavagem; barriletes amostradores e peças para cravação destes: martelo ou peso de bater com 65 kg e guia; tubos de revestimentos; bomba d'água; abraçadeiras para revestimentos; abaixadores e alçadores para hastes; sacatubos; baldinho com válvula de pé; chaves de grifo; metro ou trena; recipientes herméticos para amostras tipo copo; parafina, sacos plásticos, etiquetas para identificação; medidor de nível d'água.

3.3 Os barriletes amostradores deverão se encontrar em bom estado, com roscas e ponteiros perfeitas e firmes, não podendo apresentar desgaste em suas extremidades. Deve possuir diâmetro externo de 50,8mm (2") e interno de 34,9mm (1³/₈"), estando rigorosamente na forma e dimensões indicadas na NBR 6484 (ABNT).

3.4 As hastes utilizadas na cravação dos amostradores, deverão ser perfeitamente retilíneas, com roscas perfeitas.

3.5 O trépano será constituído por uma peça terminada em bisel, com duas saídas laterais para água. A ponta do bisel deverá estar sempre afiada.

3.6 O trado concha deverá ter diâmetro mínimo de 101,6 mm (4") e o trado espiral deverá possuir diâmetro cerca de 5,0 mm a menos que o diâmetro do tubo de revestimento utilizado.

3.7 As peças de avanço da sondagem deverão permitir a abertura de um furo com diâmetro mínimo de 63,5 mm (2¹/₂"), assegurando que o ensaio de penetração seja feito em solo sem perturbação.

3.8 Para os ensaios penetrométricos, as hastes deverão ser do tipo Schedule 80, retilíneas, com 25,4 mm (1") de diâmetro interno e dotadas de roscas em bom estado, que permitam firme conexão com as luvas, e peso de aproximadamente 3,0 kg por metro linear. Quando acopladas, as hastes deverão formar um conjunto retilíneo.

3.9 A firma Empreiteira deverá dispor de hastes com comprimentos métricos exatos (p. ex. 1, 2, 3 m, etc), a fim de facilitar a operação de início do furo, e evitar emendas sucessivas a maiores profundidades.

3.10 A Fiscalização poderá solicitar a substituição de qualquer material que julgar inadequado.

4 Execução da sondagem

4.1 A sondagem deverá ser iniciada após a realização de limpeza de uma área que permita a execução de todas as operações sem obstáculos. Deve ser providenciada a abertura de uma vala ao redor da sonda e que desvie as águas no caso de chuva. Quando for necessária a construção de uma plataforma, essa deverá ser totalmente assoalhada e cobrir no mínimo, a área delimitada pelos pontos de fixação do tripé.

4.2 As sondagens deverão ser iniciadas utilizando-se o trado concha. Quando o avanço da sondagem se tornar impraticável com este equipamento, o furo deve ser revestido e o avanço feito utilizando o trado espiral.

4.3 Quando for atingido o lençol freático ou se o avanço do trado espiral for inferior a 50,0 mm em 10 minutos de operação contínua de perfuração ou nos casos de solos aderentes ao trado, passa-se para o método de percussão com circulação de água (lavagem). Para tanto é obrigatória a cravação do revestimento.

4.5 Durante as operações de perfuração, caso a parede do furo se mostre instável, é obrigatório, para amostragens subseqüentes, a descida do tubo de revestimento até onde se fizer necessário, alternadamente com a operação de perfuração, de tal modo que a boca inferior do revestimento nunca fique a mais de 1,0 m do fundo do furo e nem menos de 10,0 cm, no momento de cravar o barrilete amostrador.

4.6 Quando o avanço do furo se fizer por lavagem, deve-se erguer o sistema de circulação d'água (o que equivale a elevar o trépano) da altura de aproximadamente 0,3 m e durante sua queda deve ser manualmente imprimido um movimento de rotação na coluna de hastes.

4.7 Durante o processo de perfuração por lavagem, quando solicitado pela Fiscalização, deverão ser anotados os avanços para cada dez minutos de operação contínua, ou os tempos gastos para atingir a cota do ensaio de penetração.

4.8 Na retirada de detritos pesado, que não são carreados com a circulação d'água ou na perfuração de materiais sem coesão, deverão ser utilizados barriletes com válvulas de disco na parte inferior (denominados baldinhos com válvula de pé) em substituição a lavagem com trépano.

4.9 No caso da sondagem atingir o nível freático, a sua profundidade deverá ser anotada. Quando ocorrer artesianismo não surgente deverá ser registrado o nível estático e no caso de artesianismo surgente, além do nível estático deverá ser medida a vazão e o respectivo nível dinâmico.

4.10 O nível d'água ou as características do artesianismo deverão ser medidos todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte após a conclusão da sondagem.

4.11 O controle das profundidades das manobras deverá ser feito pelas diferenças entre o comprimento total das hastes e a sobra das mesmas em relação ao nível de referência colocado na boca do furo.

4.12 A água de circulação deverá se apresentar visualmente limpa, não sendo permitida sua reutilização, exceto quando autorizado pela Fiscalização. Neste caso, a mesma deverá circular por dois tambores de 200 litros cada, abertos longitudinalmente e ligados entre si pela parte superior. A Fiscalização poderá solicitar a substituição da água de circulação e a limpeza dos tambores quando julgar conveniente, assegurando que a água se apresente visualmente limpa.

4.13 A sondagem à percussão será dada por terminada nos seguintes casos:

- a) quando atingir a profundidade especificada na programação de serviços;
- b) quando ocorrer a condição de impenetrabilidade descrita no item 8;
- c) quando estiver prevista sua continuação pelo processo rotativo e forem atingidas as condições do item 8.

4.14 Salvo orientação ao contrário dada pela Fiscalização, imediatamente após a última leitura do nível d'água ou término de furo seco, este deverá ser totalmente preenchido com solo ou areia.

4.15 Concluída a sondagem, deverá ser colocado junto ao local do furo um marco de concreto, com comprimento mínimo de 50,0 cm, exposto 10,0 cm acima do terreno, com inscrições onde conste:

- a) denominação do furo;
- b) cota da boca do furo (se fornecida);
- c) profundidade.

5 Determinação do nível d'água em áreas com terrenos instáveis

5.1 Anotar a profundidade quando a sondagem atingir o primeiro nível d'água. Aguardar a estabilização por 30 minutos, fazendo leituras a cada 5 minutos. A Fiscalização poderá solicitar um tempo de leitura superior.

5.2 No final da jornada diária de trabalho, o furo deverá ser esgotado e o nível atingido anotado. Se, em função do material perfurado, for difícil ou impossível o esgotamento do furo, este será feito, pelo menos, até dois metros abaixo do primeiro nível d'água registrado. No dia seguinte, deverá ser feito a leitura do nível d'água antes do início dos trabalhos.

5.3 Quando for solicitado pela Fiscalização, a leitura dos diversos níveis d'água (confinado, artesianos, etc), o(s) nível(is) superior(er) deverão ser isolados pela cravação de revestimento na camada impermeável. Estes níveis d'água também devem ser estabilizados num período mínimo de 30 minutos.

5.4 Anotar data, hora, profundidade do furo, cada avanço e posições do revestimento, quando houver interrupções ou no final do dia.

5.5 No término da sondagem os seguintes procedimentos devem ser adotados:

- a) não retirar o revestimento;
- b) esgotar o furo até onde for possível;
- c) fazer leituras do nível d'água a cada 10 minutos na primeira hora e a cada 15 minutos na segunda hora, até a estabilização ou até o final da jornada de trabalho. Caso a sondagem termine próxima ao final do dia, esgotar o furo, anotando a hora e o nível, e fazer a leitura no dia seguinte.

5.6 Após o término do furo de sondagem, salvo orientação contrária da Fiscalização, este deve ser revestido com tubo PVC (diâmetro mínimo de 40 mm) envolvidos por manta sintética.

5.7 Após as leituras com revestimento, proceder como indicado no item 5.6 e fazer a leitura do nível d'água até sua estabilização, usando o critério do item 5.5, subitens **b** e **c**.

5.8 Não serão aceitas sondagens sem as medidas de nível d'água ou incompletas. A perda de informação será considerada como serviço mal-executado e deverá ser refeito integralmente pela firma Empreiteira sem ônus para o DEINFRA.

6 Ensaio de penetração (SPT)

6.1 O ensaio de penetração, também denominado Standard Penetration Test (SPT), é executado durante a sondagem à percussão, com o propósito de se obterem índices de resistência à penetração do solo.

6.2 A partir de 1,0 m de profundidade, deve ser executado a cada metro o ensaio de penetração.

6.3 As dimensões e detalhes construtivos do barrilete amostrador (penetrômetro SPT) deverão estar rigorosamente de acordo com o indicado na NBR 6484 (ABNT). As hastes usadas são as mesmas do item 3.8. É vedado o uso de barrilete sem a válvula de bola, especialmente em terrenos não coesivos ou abaixo do nível freático.

6.4 Na execução do ensaio o furo deverá estar limpo. Caso as paredes apresentem instabilidade, o tubo de revestimento deverá ser cravado de tal modo que a sua extremidade inferior nunca fique a menos de 10,0 cm acima da cota do ensaio. Nos casos em que, mesmo com o revestimento cravado, ocorrer fluxo de material para o furo, o nível d'água no furo deverá ser mantido acima do lençol freático. Nestes casos a operação de retirada do equipamento de perfuração deverá ser feita lentamente.

6.5 O ensaio de penetração consistirá na cravação do barrilete amostrador, através do impacto sobre a composição de hastes de um martelo de 65,0 kg, caindo livremente de uma altura de 75,0 cm.

6.6 O barrilete deve ser apoiado suavemente no fundo do furo, assegurando-se que sua extremidade se encontra na cota desejada e que as conexões entre as hastes estejam firmes e retilíneas. Deve ser observado que os eixos de simetria do martelo e da composição de hastes e amostrador sejam rigorosamente coincidentes.

6.7 O martelo para cravação do barrilete deverá ser erguido manualmente, com auxílio de uma corda flexível que se encaixe com folga no sulco da polia fixa no tripé. É vedado o emprego de cabo de aço para erguer o martelo. A queda do martelo deverá se dar verticalmente sobre a composição, com a menor dissipação de energia possível. O martelo deverá possuir uma haste guia onde deverá estar claramente assinalada a altura de 75,0 cm.

6.8 Colocando o barrilete no fundo do furo, deverão ser assinalados de maneira visível, na porção de hastes que permanece fora do revestimento, três trechos de 15,0 cm cada, a contar da boca do revestimento. A seguir, o martelo deverá ser suavemente apoiado sob a composição de hastes, anotando-se a eventual penetração observada. A penetração obtida desta forma corresponderá a zero golpes.

6.9 Não tendo ocorrido penetração igual ou maior do que 45,0 cm no procedimento acima, será iniciado a cravação do barrilete através da queda do martelo. Cada queda do martelo corresponderá a um golpe e serão aplicados tantos golpes quantos forem necessários à cravação de 45,0 cm do barrilete, atendendo a limitação do número de golpes indicados no item 6.12.

6.10 Deverá ser anotado o número de golpes necessários à cravação de cada 15,0 cm. Caso ocorram penetrações superiores a 15,0 cm, estas deverão ser anotadas, não se fazendo aproximações.

6.11 A resistência a penetração consistirá no número de golpes necessários à cravação dos 30,0 cm finais do barrilete.

6.12 A cravação do barrilete será interrompida quando se obtiver penetração inferior a 5,0 cm durante 10 golpes consecutivos, não se computando os cinco primeiros golpes do teste, ou quando já tiverem sido aplicados 50 golpes durante o mesmo ensaio. Nestas condições o terreno será considerado impenetrável ao ensaio de penetração.

6.13 Caso a sondagem prossiga por qualquer processo após atingidas as condições definidas no item 6.12, e em qualquer profundidade ocorrer material susceptível de ser submetido ao ensaio de penetração, o mesmo deverá ser executado novamente a cada metro, até que sejam alcançadas as condições definidas no item 6.12.

7 Ensaio de lavagem por tempo

7.1 Atingido o impenetrável ao ensaio de penetração com barrilete amostrador (item 6.12), e havendo interesse no prosseguimento da sondagem pelo método à percussão, esta será realizada através do ensaio de lavagem por tempo, com objetivo de ser avaliado a penetrabilidade do solo ao avanço do trépano de lavagem.

7.2 O ensaio consiste na aplicação do processo definido no item 4.6 por trinta minutos, anotando-se os avanços obtidos a cada período de dez minutos. O equipamento utilizado é o especificado nos itens 3.5 e 3.8.

7.3 Quando no ensaio forem obtidos avanços inferiores a 5,0 cm em três períodos consecutivos de dez minutos, o material será considerado impenetrável à lavagem por tempo.

8 Paralisação da sondagem à percussão

8.1 Quando não tiverem sido definidos suas profundidades, as sondagens serão paralisadas conforme dois critérios:

- a) impenetrável ao ensaio de penetração do barrilete amostrador, conforme definido no item 6.12;
- b) impenetrável ao ensaio de lavagem por tempo, conforme definido no item 7.3.

8.2 O impenetrável à lavagem por tempo, como critério para término da sondagem à percussão, não implica na eliminação do ensaio de penetração (item 6), devendo ser observadas as condições definidas no item 6.12, devendo ainda serem obedecidas as condições definidas no item 6.13.

9 Amostragem

9.1 A amostragem, juntamente com os ensaios de penetração, serão considerados as finalidades principais da sondagem à percussão, salvo quando houver determinação contrária da Fiscalização.

9.2 As amostras deverão ser representativas dos materiais atravessados e livres de contaminação.

9.3 As amostras a serem obtidas nas sondagens à percussão serão dos seguintes tipos:

- a) amostras de barrilete amostrador, com cerca de 200,0 g, constituídas pela parte inferior do material obtido no amostrador e conservando no máximo sua estrutura original;

- b) amostras de trado, com cerca de 500,0 g, constituídas por material obtido durante a perfuração e coletadas na parte inferior das lâminas cortantes do trado;
- c) amostras de lavagem, com cerca de 500,0 g, obtidas pela decantação da água de circulação, em recipientes com capacidade mínima de 100,0 litros;
- d) amostras de baldinho, com cerca de 500,0 g, constituídas pela parte inferior do material obtido no baldinho com válvula de pé.

9.4 Exetutando-se as amostras de barrilete, deve ser coletada, no mínimo, uma amostra para cada metro perfurado.

9.5 As amostras serão acondicionadas em caixas de madeira, tipo e dimensões usadas em furos rotativos de diâmetro BW, conforme itens 6.6 e 6.8 e figura 1/07 (IN-07/94). Na tampa e num dos lados menores da caixa (segundo esquema da figura 1/07 - IN-07/94), pintadas com duas demãos de tinta branca, deverão ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

- a) número do furo;
- b) tipo de obra;
- c) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- d) estaca ou quilômetro;
- e) número da caixa e o número de caixas do furo.

Quando a sondagem à percussão for seguida por sondagem rotativa, deve ser utilizada caixa de amostras apropriada para o diâmetro da sondagem rotativa programada.

9.6 As amostras serão coletadas desde o início do furo e acondicionadas na caixa, com separação de tacos de madeira, pregados na divisão longitudinal. As amostras serão colocadas de forma a iniciar no lado da dobradiça da esquerda para a direita. Ao lado de cada amostra, na divisão longitudinal de madeira, deverá ser escrito o tipo de amostragem (trado, lavagem, amostrador, etc). A profundidade de cada trecho amostrado deve ser anotada, com caneta esferográfica ou tinta indelével, no taco do lado direito da amostra. No lado direito da última amostra do furo deve ser colocado um taco adicional com a palavra "**FIM**".

9.7 Não havendo recuperação de material no barrilete, no local da amostra deve ser colocado um taco de madeira com as palavras "**não recuperou**".

9.8 Se solicitado pela Fiscalização, a cada ensaio de penetração, cerca de 100,0 g da amostra do barrilete deverão ser imediatamente acondicionadas em recipientes de vidro ou plástico rígido, com tampa hermética, parafinada ou selada com fita colante.

9.9 Todas as amostras deverão ser identificadas por duas etiquetas, em papel cartão, uma interna e outra colocada na parte externa do recipiente, onde constem:

- a) número do furo;
- b) número da amostra;
- c) intervalo de profundidade da amostra;
- d) número de golpes e penetração do ensaio;
- e) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- f) estaca ou quilômetro;
- g) data da coleta.

As anotações deverão ser feitas com caneta esferográfica ou tinta indelével, devendo as etiquetas serem protegidas, com sacos plásticos, de avarias no manuseio da amostra.

9.10 Durante a realização das sondagens, as caixas com as amostras deverão ser armazenadas junto às sondas, em local protegido contra intempéries.

9.11 No término das sondagens e após a análise das amostras por geólogo da Empreiteira, as caixas de amostras deverão ser levadas até o local indicado pela Fiscalização, ficando o transporte por conta da Empreiteira.

9.12 O transporte das amostras deve ser feito com a tampa das caixas fechadas com parafusos.

10 Apresentação dos resultados

10.1 Informações sobre o andamento da sondagem deverão ser fornecidas diariamente, quando solicitadas pela Fiscalização.

10.2 O relatório final deverá ser apresentado no prazo e em número de vias estipulados na proposta. Deverá constar de perfis individuais na escala 1:100 (em modelo a ser acertado entre as partes) onde conste, no mínimo:

- a) nome do Órgão e Diretoria interessada;
- b) número do furo;
- c) tipo de obra;
- d) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- e) sigla e trecho da rodovia mais próxima (quando a obra não estiver na área de influência da rodovia da qual faz parte);

- f) estaca ou quilômetro;
- g) diâmetro da sondagem e método de perfuração;
- h) cota (se fornecida);
- i) data da execução;
- j) nome do sondador e da firma Empreiteira;
- l) tabela com leitura de nível d'água com: data, hora, profundidade do furo, profundidade do revestimento e observações sobre eventuais fugas d'água, artesianismo, etc. No caso de não ter sido atingido o nível d'água, deverão constar no boletim as palavras "**furo seco**". Completar as informações caso os serviços tenham sido executados de acordo com o item 5;
- m) posição final do revestimento;
- n) resultado dos ensaios de penetração, com o número de golpes e avanço em centímetros para cada terço de penetração do barrilete;
- o) resultado dos ensaios de lavagem, com o intervalo ensaiado, avanço em centímetros e tempo de operação da peça de lavagem;
- p) classificação geológica e geotécnica dos materiais atravessados;
- q) nome e assinatura do geólogo responsável pela classificação geológica e geotécnica;
- r) indicações de anomalias observadas;
- s) observações sobre o preenchimento do furo ou o motivo do seu não preenchimento;
- t) motivo da paralisação do furo.

10.3 Deverão acompanhar os perfis individuais:

- a) texto explicativo com critérios de descrição das amostras, bem como outras informações de interesses e conhecimento da Empreiteira, com nome e assinatura do responsável pela firma;
- b) planta de localização das sondagens ou, na sua falta, esboço com distâncias aproximadas e amarrações.

10.4 A Empreiteira deverá juntar ao relatório final, cópia reprográfica dos boletins de campo das sondagens realizadas.

INSTRUÇÃO NORMATIVA PARA EXECUÇÃO DE SONDAGEM ROTATIVA

1 Definição

Sondagem rotativa é um método de investigação geológico-geotécnica que consiste no uso de um conjunto moto-mecanizado, com a finalidade de obter amostras de materiais rochosos, contínuas e com formato cilíndrico, através da ação perfurante dada basicamente por forças de penetração e rotação que, conjugadas, atuam com poder cortante.

2 Identificação

As sondagens rotativas serão identificadas pela sigla **SR**, seguida de número indicativo. Em cada obra o número indicativo deve ser sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem. Quando for necessário a execução de mais de um furo num mesmo ponto de investigação, os furos subseqüentes terão a mesma numeração do primeiro, acrescida das letras A, B, C, etc.

3 Equipamentos e ferramentas

3.1 A firma Empreiteira deve fornecer equipamentos, acessórios e ferramentas para a execução de sondagens que atendam a programação e especificação estabelecidas no contrato de serviço.

3.2 O equipamento padrão deverá constar de tripé, sonda rotativa, bomba d'água, guincho, ferramentas, revestimentos, hastes, coroas e barriletes nos diâmetros especificados e demais materiais necessários à execução de sondagens rotativas, além do equipamento exigido para sondagens à percussão, conforme especificado no item 3 da Instrução Normativa 06/94 - Sondagem à Percussão.

3.3 O equipamento deverá constar de barriletes simples, duplo-rígido e duplo-livre, nos diâmetros indicados, providos de coroas de widia e diamante com saída d'água convencional.

3.4 As hastes deverão apresentar-se retilíneas e com junções perfeitas e estanques.

3.5 O diâmetro do furo e do testemunho deve estar de acordo com o padrão D.C.D.M.A., definidos na tabela 1/07.

Nomenclatura	Diâmetro (mm)	
	Furo	Testemunho
Padrão D.C.D.M.A.		
EW	37,71	21,46
AW	48,00	30,10
BW	59,94	42,04
NW	75,64	54,73
HW	99,23	76,20

Tabela 1/07 - Nomenclatura e diâmetro de furos e testemunho pelo padrão D.C.D.M.A.

3.6 A Fiscalização poderá solicitar a substituição de qualquer material que julgar inadequado.

4 Execução da sondagem

4.1 Em terreno seco, a sondagem deverá ser iniciada após a limpeza de uma área que permita o desenvolvimento de todas as operações sem obstáculo. Deve ser providenciada a abertura de uma vala ao redor da sonda, para o desvio das águas no caso de chuva, e sua firme ancoragem no solo de maneira a minimizar a transmissão de suas vibrações para a composição de sondagem. Antes do início da perfuração, a sonda deverá estar perfeitamente nivelada no terreno, podendo a qualquer instante, ser verificado este nivelamento pela Fiscalização.

4.2 Em terreno alagado ou coberto por lâmina d'água de grande espessura, a sondagem deve ser feita a partir de plataforma fixa ou flutuante firmemente ancorada, totalmente assoalhada, que cubra no mínimo, a área delimitada pelos pontos de apoio do tripé, ou um raio de 1,5 m contados a partir dos contornos da sonda.

4.3 Quando no avanço da sondagem rotativa ocorrer mais de 0,5 m de material mole ou incoerente, salvo especificação contrária da Fiscalização ou previamente definido em ordem de serviço, o método de avanço será feito com medidas de SPT, em intervalo de 1,0 m até serem atingidas novamente as condições do item 7 da Instrução Normativa 06/94 - Sondagem à Percussão.

4.4 As perfurações deverão obedecer aos diâmetros indicados nas ordens de serviço e só modificados por expressa solicitação da Fiscalização.

4.5 O controle da profundidade da manobra deverá ser feito pelas diferenças entre o comprimento total das hastes e a sobra das mesmas em relação a um nível de referência fixo.

4.6 No caso da sondagem atingir o nível freático a sua profundidade deverá ser anotada. Quando ocorrer artesianismo não surgente deverá ser registrado o nível estático e, no caso de artesianismo surgente, além do nível estático, deverão ser medidos a vazão e o respectivo nível dinâmico.

4.7 O nível d'água e as características do artesianismo deverão ser medidos todos os dias antes do início dos trabalhos e na manhã seguinte após a conclusão da sondagem, com medidor aprovado pela Fiscalização.

4.8 Salvo orientação ao contrário dada pela Fiscalização, imediatamente após a última leitura do nível d'água ou término de furo seco, este deverá ser totalmente preenchido com solo ou areia.

4.9 Toda e qualquer irregularidade observada no furo, tais como mudança de cor e perda de água de circulação, fendas, passagens moles, desmoronamentos das paredes, etc, deverá ser anotada, indicando-se a profundidade correspondente.

5 Determinação do nível d'água em áreas com terrenos instáveis

5.1 Quando os serviços forem realizados em áreas com terrenos instáveis, salvo orientação contrária dada pela Fiscalização, o furo de sondagem deverá ter diâmetro mínimo BW.

5.2 Anotar a profundidade quando a sondagem atingir o primeiro nível d'água. Aguardar a estabilização por 30 minutos, fazendo leituras a cada 5 minutos. A Fiscalização poderá solicitar um tempo de leitura superior.

5.3 No final da jornada diária de trabalho, o furo deverá ser esgotado e o nível atingido anotado. Se, em função do material perfurado, for difícil ou impossível o esgotamento do furo, este será feito, pelo menos, até dois metros abaixo do primeiro nível d'água registrado. No dia seguinte, deverá ser feita a leitura do nível d'água antes do início dos trabalhos.

5.4 Quando for solicitado pela Fiscalização, na leitura dos diversos níveis d'água (confinado, artesianos, etc), o(s) nível(is) superior(es) deverão ser isolados pela cravação de revestimento na camada impermeável. Estes níveis d'água também devem ser estabilizados num período mínimo de 30 minutos.

5.5 Anotar data, hora, profundidade do furo, cada avanço e posições do revestimento, quando houver interrupções ou no final do dia.

5.6 No término da sondagem os seguintes procedimentos devem ser adotados:

- a) não retirar o revestimento;
- b) esgotar o furo até onde for possível;

- c) fazer leituras do nível d'água a cada 10 minutos na primeira hora e a cada 15 minutos na segunda hora, até a estabilização ou até o final da jornada de trabalho. Caso a sondagem termine próxima ao final do dia, esgotar o furo, anotando a hora e o nível, e fazer a leitura no dia seguinte.

5.7 Após o término do furo de sondagem, salvo orientação contrária da Fiscalização, este deve ser revestido com tubo de PVC (diâmetro mínimo de 40 mm) envolvido por manta sintética.

5.8 Após as leituras com revestimento, proceder como indicado no item 5.7 e fazer a leitura do nível d'água até sua estabilização, usando o critério do item 5.6, sub-itens **b** e **c**.

5.9 Não serão aceitas sondagens sem as medidas de nível d'água ou incompletas. A perda de informação será considerado como serviço mal-executado e deverá ser refeito integralmente pela firma Empreiteira sem ônus para o DEINFRA.

6 Amostragem

6.1 À Empreiteira caberá utilizar todos os recursos disponíveis para a execução de boas sondagens rotativas, tais como: perfuração cuidadosa, manobras curtas, coroas e barriletes especiais, barrilete amostrador de solo, molas retentoras adequadas, etc, de maneira a assegurar a máxima recuperação de todos os materiais atravessados. Os testemunhos não deverão se apresentar excessivamente fraturados ou roletados pela ação mecânica do equipamento de sondagem.

6.2 A recuperação dos testemunhos não deverá ser inferior a 95% por manobra, salvo quando autorizado pela Fiscalização.

6.3 Os trechos com recuperação abaixo de 90% deverão ser reperfurados sem ônus para o DEINFRA, salvo quando permitido expressamente e por escrito pela Fiscalização.

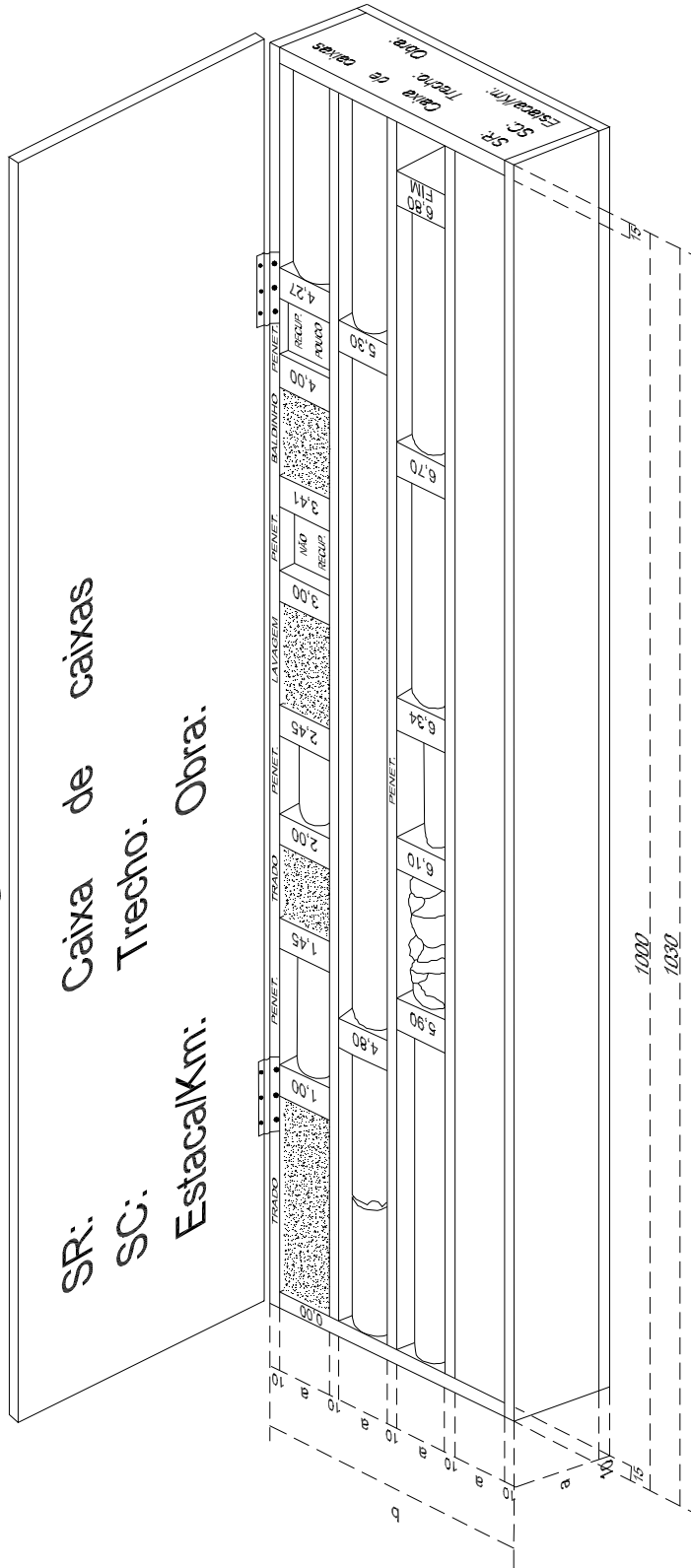
6.4 Em casos de reperfuração, somente serão pagos os trechos que não foram remunerados no furo inicial, desde que, na reperfuração, sejam eliminados os motivos que obrigaram a nova execução.

6.5 As operações de retirada das amostras do barrilete e de seu acondicionamento nas caixas deverão ser feitas cuidadosamente, evitando-se rompê-las artificialmente, e de maneira a serem mantidas as posições relativas dos testemunhos coletados.

6.6 As amostras serão acondicionadas em caixa de madeira aplainada (imunizadas contra insetos) fornecidas pela Empreiteira, conforme figura 1/07.

6.7 Nos casos de serem acondicionadas amostras com diversos diâmetros numa mesma caixa, deverão ser colocados calços no fundo e laterais das divisões das caixas, de maneira a garantir a sua imobilidade durante o manuseio.

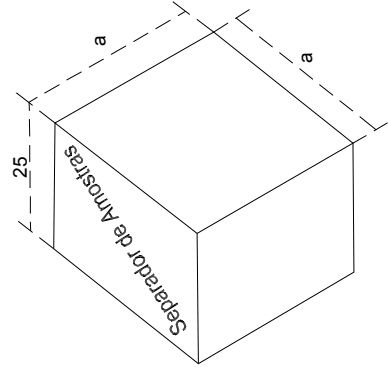
Caixa de testemunho para Sondagem Rotativa e Sondagem à Percussão



SR: Caixa de caixas
SC: Trecho.
EstacalKm: Obra:

NOTAS:

- Lateral com tinta branca
- Letras com tinta vermelha
- Medidas em mm
- Madeira aplainada



MEDIDAS DAS CAIXAS						
∅	HW	86mm	NW	BW	AW	EW
a ≥	78	73	56	43	34	27
b =	275	275	275	275	275	275
cel.	3	3	4	5	6	7

Figura 1/07

6.8 As caixas deverão ser providas de tampa de madeira aplainada, com fecho e dobradiças metálicas.

6.9 Na tampa e num dos lados menores da caixa (segundo esquema da figura 1/07), pintadas com duas demãos de tinta branca, deverão ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

- a) número do furo;
- b) tipo de obra;
- c) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- d) estaca ou quilômetro;
- e) número da caixa e o número de caixas do furo.

6.10 As amostras deverão ser colocadas nas caixas, após cada manobra, iniciando-se pela canaleta adjacente às dobradiças, com a parte superior da manobra localizando-se no canto esquerdo da caixa. As amostras das manobras subseqüentes deverão ser colocadas na caixa sempre guardando, na seqüência de profundidade das amostras, o andamento da esquerda para a direita e da dobradiça para o outro lado da caixa.

6.11 As amostras de cada manobra deverão ser isoladas longitudinalmente nas canaletas das caixas por um taco de madeira (colocado no lado direito da manobra) afixado na caixa. Neste taco deverá ser escrito sua profundidade com caneta esferográfica ou tinta indelével. No taco que isola a última manobra do furo deverá constar, além da profundidade final do furo, a palavra "**FIM**". Quando ocorrer trecho vazio ou não recuperado, deverá ser deixado no espaço correspondente um taco de madeira explicativo.

6.12 No caso de ser empregado, no início do furo ou num determinado intervalo, avanço de sondagem pelo processo à percussão, as amostras assim coletadas deverão ser acondicionadas na mesma caixa de amostras de rotação, seguindo a seqüência de sua obtenção. Nestes casos, cada amostra deve ser separada por taco indicativo de profundidade (item 9.6 da Instrução Normativa 06/94 - Sondagem à Percussão).

6.13 Durante a realização das sondagens, as caixas com as amostras deverão ser armazenadas junto as sondas, em local protegido contra intempéries.

6.14 No término das sondagens, e após a análise das amostras por geólogo da Empreiteira, as caixas de amostras deverão ser levadas até o local indicado pela Fiscalização, ficando o transporte por conta da Empreiteira.

6.15 O transporte das amostras deverá ser feito com a tampa das caixas fechadas com parafusos.

6.16 Concluído a sondagem, deverá ser colocado junto ao local do furo um marco de concreto, com comprimento mínimo de 50,0 cm, exposto 10,0 cm acima do terreno, com inscrições onde conste:

- a) denominação do furo;

- b) cota da boca (se fornecida);
- c) profundidade.

7 Apresentação dos resultados

7.1 Informações sobre o andamento da sondagem deverão ser fornecidas diariamente, quando solicitadas pela Fiscalização.

7.2 O relatório final deverá ser apresentado no prazo e em número de vias estipulados na proposta. Deverá constar de perfis individuais na escala 1:100 (em modelo a ser acertado entre as partes) onde conste, no mínimo:

- a) nome do Órgão e Diretoria interessada;
- b) número do furo;
- c) tipo de obra;
- d) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;
- e) sigla e trecho da rodovia mais próxima (quando a obra não estiver na área de influência da rodovia da qual faz parte);
- f) estaca ou quilômetro;
- g) inclinação e rumo do furo;
- h) diâmetro da sondagem e tipo de barrilete utilizado;
- i) características da(s) coroa(s) utilizada(s);
- j) cota (se fornecida);
- l) data da execução;
- m) nome do sondador e da firma Empreiteira;
- n) tabela com leituras de nível d'água com data, hora, nível d'água, profundidade do furo, profundidade do revestimento e observações sobre eventuais fugas d'água, artesianismo, instalações de obturadores, com sua cota, etc. No caso de não ter sido atingido o nível da água deverão constar no perfil as palavras "**furo seco**". Completar as informações caso os serviços tenham sido executados de acordo com o item 5;
- o) posição final do revestimento;
- p) resultados dos ensaios de penetração com o número de golpes e avanço em centímetros para cada terço de penetração do amostrador;
- q) resultado dos ensaios de lavagem, com o intervalo ensaiado, avanço em centímetros e tempo de operação da peça de lavagem;

- r) recuperação dos testemunhos em porcentagem, por manobra;
- s) número de peças de testemunhos por metro, segundo trechos do mesmo padrão de fraturamento (frequência de fraturas), com respectivo IQR ou RQD (Índice de Qualidade de Rocha), que consiste na somatória dos testemunhos de rochas iguais ou maiores que 10,0 cm dividida pelo comprimento total do trecho, expressa em porcentagem;
- t) o número de peças e a recuperação dos testemunhos deverão constar na forma de gráficos com suas variações em profundidade;
- u) classificação geológica e geotécnica dos materiais atravessados;
- v) nome e assinatura do geólogo responsável pela classificação geológica e geotécnica;
- x) indicações de anomalias observadas;
- y) observação sobre o preenchimento do furo ou o motivo do seu não preenchimento;
- z) motivo da paralisação do furo;

7.3 Devem acompanhar os perfis individuais:

- a) texto explicativo com critérios de descrição das amostras, bem como outras informações de interesse e conhecimento da Empreiteira, com nome e assinatura do responsável pela firma;
- b) planta de localização das sondagens ou, na sua falta, esboço com distâncias aproximadas e amarrações;
- c) fotografias das caixas de amostras e seus respectivos negativos.

7.4 A Empreiteira deverá enviar junto com o relatório final, cópia reprográfica dos boletins de campo das sondagens realizadas.

8 Fotografias das caixas de testemunhos

8.1 Todas as fotografias deverão ser tomadas com aparelhos fotográficos aprovados pela Fiscalização.

8.2 Cada foto deverá conter no máximo duas caixas de testemunhos.

8.3 Em caso de mudanças do aparelho fotográfico, deverão ser mantidas constantes as características de distância focal e luminosidade das lentes.

8.4 A Empreiteira deverá fornecer um suporte fixo para a tomada de fotografias verticais, cujo projeto deverá ser aprovado pela Fiscalização.

8.5 As fotografias deverão estar na escala 1:5, com escala gráfica aparente.

8.6 A manutenção dessa escala exige que nas cópias fotográficas a dimensão interna das caixas de testemunhos seja de 20,0cm.

8.7 Escala gráfica especificada será constituída por uma régua de 100,0 cm de comprimento e 8,0 cm de largura, dividida em segmentos de 10,0 cm pintados alternadamente de branco e vermelho.

8.8 Essa régua será fotografada junto com as caixas de testemunhos, sendo sempre colocada na parte inferior da fotografia e paralelamente ao comprimento das caixas de testemunhos, devendo ser posicionada de maneira a permitir comparações gráficas diretas com os testemunhos.

8.9 Todas as fotografias deverão ser tomadas no mesmo local e horário.

8.10 Para manter constante a tonalidade das fotografias, estas deverão ser tomadas em luz artificial.

8.11 Todos os testemunhos deverão ser umidificados antes da tomada das fotografias.

8.12 Para evitar que haja deturpação de cores devido a coloração do fundo, deverão ser tomadas as seguintes providências:

- a) as fotos deverão ser tomadas de uma altura tal que o recobrimento de cada fotografia esteja limitado pelas caixas a serem fotografadas;
- b) o fundo sobre o qual serão colocadas as caixas deverá apresentar coloração neutra;
- c) serão exigidos gráficos de cores padrão que serão incluídos na tomada das fotografias para fins de manutenção do mesmo padrão de qualidade na revelação das cópias. Os gráficos a serem colocados nos cantos superiores das fotografias, servirão como referência na revelação de cópias para verificação de tonalidade e densidade fotográfica;
- d) a execução das cópias fotográficas deverá ser realizada sempre no mesmo laboratório, em papel fosco.

INSTRUÇÃO NORMATIVA PARA EXECUÇÃO DE SONDAGEM ROTATIVA COM AMOSTRAGEM INTEGRAL

1 Definição

Técnica que consiste na execução de um furo de pequeno diâmetro (EW); fixação neste furo, através de injeção de calda de cimento ou resina, de um varão com orientação; e a sobrefuração deste trecho, após o endurecimento do aglutinante e solidarização da formação rochosa, com um diâmetro maior (86 mm ou HW). Este método de amostragem é empregado na caracterização de feições geológicas de uma maciço rochoso, especialmente descontinuidades, com duas finalidades principais: determinação da disposição espacial (geometria, atitude e espessura), e qualidade da amostragem (recuperação de materiais moles, de preenchimento). O método é utilizado também visando a amostragem integral de materiais rochosos de baixa coerência e/ou elevado grau de alteração.

2 Identificação

Deverá ser identificada pela sigla **SRI**, seguida do número indicativo de ordem. Em cada obra este número será sempre crescente, independentemente do local, fase ou objetivo da sondagem. Quando for necessário, a execução de mais de um furo num mesmo ponto de investigação, os furos subsequentes terão a mesma numeração do primeiro, acrescida das letras A, B, C, etc.

3 Equipamentos e ferramentas

3.1 A firma Empreiteira deverá fornecer equipamentos, acessórios e ferramentas para execução de sondagens, que atendam à programação e especificações estabelecidas no contrato de serviços.

3.2 O equipamento padrão deverá constar de um equipamento base de sondagem rotativa, conforme especificado no item 3 (Instrução Normativa 07/94 - Sondagem Rotativa), além dos seguintes equipamentos: centralizadores contínuos soldados em um tubo guia de diâmetro externo igual ao do barrilete HW, hastes e guias de orientação com respectivas conexões, canos de ferro galvanizado para chumbamento (varão) de $\frac{3}{4}$ ", equipamento de injeção de cimento ou resina e demais acessórios e ferramentas necessárias à execução de sondagens rotativas com amostragem integral.

3.3 Deverão ser utilizados barriletes de alta recuperação tanto na perfuração inicial (Diâm. EW) como na sobreperfuração (Diâm. 86 mm ou HW).

4 Execução da sondagem

4.1 Os trechos de interesse para amostragem integral serão previamente indicados pela Fiscalização. Os demais trechos do furo serão pagos como sondagem rotativa convencional.

4.2 Inicialmente deverá ser aberto um furo com diâmetro que possibilite a execução da sondagem rotativa com amostragem integral no diâmetro 86 mm ou HW, até a cota especificada. Para tanto, deverá ser seguido o estabelecido no item 4 (Instrução Normativa 07/94 - Sondagem Rotativa).

4.3 A partir do fundo do furo, obtido segundo item 4.2, deverá ser executado um furo coaxial, com diâmetro EW e com comprimento igual ao do testemunho a se obter. Recomenda-se que este trecho tenha comprimento de 1,50 m.

4.4 Deverão ser usados centralizadores que permitam a perfeita coaxialidade dos furos.

4.5 Em trechos onde ocorrem materiais friáveis ou inconsistentes, deverá ser colocado um colchão de resina ou calda de cimento de aproximadamente 0,15 m, precedendo a perfuração EW.

4.6 O furo aberto segundo o item 4.3 deverá ser lavado, com circulação cuidadosa de água, até sua base. Se após a lavagem for constatada a presença excessiva de detritos no fundo do furo EW que impeça posicionar o varão no seu fundo, este deverá ser aprofundado de modo a ultrapassar em até 0,15 m a cota final do trecho a ser amostrado. Este espaço servirá para a acomodação dos detritos não eliminados na lavagem.

4.7 O processo de lavagem (4.6) pode provocar o alargamento do furo EW, principalmente em rochas friáveis, diminuindo a espessura anelar dos testemunhos, comprometendo a qualidade da amostragem. Neste caso, o processo de lavagem poderá ser realizado com circulação de lama bentonítica, em substituição à água. Recomenda-se avaliar possíveis efeitos desvantajosos deste procedimento, principalmente no tocante à aderência do aglutinante com o varão e a rocha.

4.8 Após a lavagem do furo EW, deverá ser realizada a injeção, por gravidade, no trecho a ser amostrado, com calda de cimento de traço 0,5:1,0 (relação em peso água:cimento). Outros aglutinantes poderão ser utilizados com a autorização da Fiscalização.

4.9 Será obrigatório o uso de corantes no aglutinante, quando for difícil distinguir o material artificial do maciço.

4.10 Um varão deverá ser colocado no furo EW cheio de aglutinante, de maneira orientada, por meio de hastes guias. Seu comprimento deverá compreender toda a extensão do trecho a ser amostrado mais 0,10 m para as operações de orientação. Durante a colocação do aglutinante, o varão deverá ser levantado a medida que o furo vai sendo preenchido, e posteriormente levado lentamente até o fundo do furo.

4.11 O sistema de orientação das hastes guias deverá ser suficientemente rígido, de maneira a garantir a correspondência da indicação de direção da superfície com aquela situada no varão, dentro do furo. Estas medidas (posição do varão em relação ao testemunho a ser obtido) deverão ser obtidas com uma bússola, devidamente declinada e longe da sonda.

4.12 Após o chumbamento do varão, garantindo-se o suficiente endurecimento do aglutinante, deverá ser executada a sobrefuração, com diâmetro 86 mm ou HW, com coroa de parede fina, barrilete duplo-livre, sem circulação de água pelo testemunho.

4.13 No caso da recuperação não ser total, os fragmentos que estiverem soltos deverão ser encaixados de forma a recompor o testemunho. Caso não seja exequível, os fragmentos deverão ser acondicionados em sacos plásticos e armazenados na mesma caixa de sondagem correspondente.

4.14 Deverão ser registradas informações sobre o aglutinante, seu tempo de endurecimento e detalhes de injeção.

4.15 Salvo orientação ao contrário dada pela Fiscalização, imediatamente após a última leitura do nível d'água ou término de furo seco, este deverá ser totalmente preenchido com solo ou areia.

5 Amostragem

5.1 A amostragem deverá ser contínua e total, mesmo se o trecho amostrado for constituído de material mole sem coesão ou muito fraturado.

5.2 A recuperação dos testemunhos deverá ser de 100% por manobra, salvo quando autorizado pela Fiscalização.

5.3 A recuperação das manobras serão acondicionadas em caixas de madeira aplainada, fornecidas pela Empreiteira, providas de tampa e dobradiças, com divisões internas para acondicionar os testemunhos da amostragem integral e da perfuração EW (Figura 1/08).

5.4 Na tampa e num dos lados menores da caixa (segundo esquema da figura 1/08), pintadas com duas demãos de tinta branca, deverão ser anotados com tinta indelével os seguintes dados:

- a) número do furo;
- b) tipo de obra;
- c) sigla e trecho da rodovia da qual a obra faz parte;

- d) estaca ou quilômetro;
- e) número da caixa e o número de caixas do furo;
- f) trecho perfurado.

5.5 A retirada e acondicionamento dos testemunhos deverão ser feitos evitando sua quebra mecânica.

5.6 Durante a realização das sondagens, as caixas com as amostras deverão ser armazenadas junto às sondas, em local protegido contra intempéries.

5.7 No término das sondagens, e após a análise das amostras por geólogo da Empreiteira, as caixas de amostras deverão ser levadas até o local indicado pela Fiscalização, ficando o transporte por conta da Empreiteira.

5.8 O transporte das amostras deverá ser feito com a tampa das caixas fechadas com parafusos.

5.9 Concluído a sondagem, deverá ser colocado junto ao local do furo um marco de concreto, com comprimento mínimo de 50,0 cm, exposto 10,0 cm acima do terreno, com inscrições onde conste:

- a) denominação do furo;
- b) cota da boca (se fornecida);
- c) profundidade do furo.

6 Apresentação dos resultados

6.1 Informações sobre o andamento da sondagem deverão ser fornecidas diariamente, quando solicitadas pela Fiscalização.

6.2 O relatório final deverá ser apresentado no prazo e em número de vias estipulados na proposta. Deverá constar de perfis individuais na escala 1:100 (em modelo a ser acertado entre as partes) onde conste, no mínimo, além dos dados concernentes às sondagens rotativas (conforme item 7 da Instrução Normativa 07/94 - Sondagem Rotativa), as seguintes informações:

- a) profundidades dos trechos com amostragem integral;
- b) observações sobre o posicionamento (profundidades) e orientação do varão;
- c) tipo e características do aglutinante;
- d) observações sobre a injeção do aglutinante (pressão, absorção, etc);
- e) profundidade das fraturas e vazios;

f) distinção entre preenchimento natural e de aglutinante, com respectivas espessuras e características;

g) atitude das fraturas.

6.3 Devem acompanhar os perfis individuais:

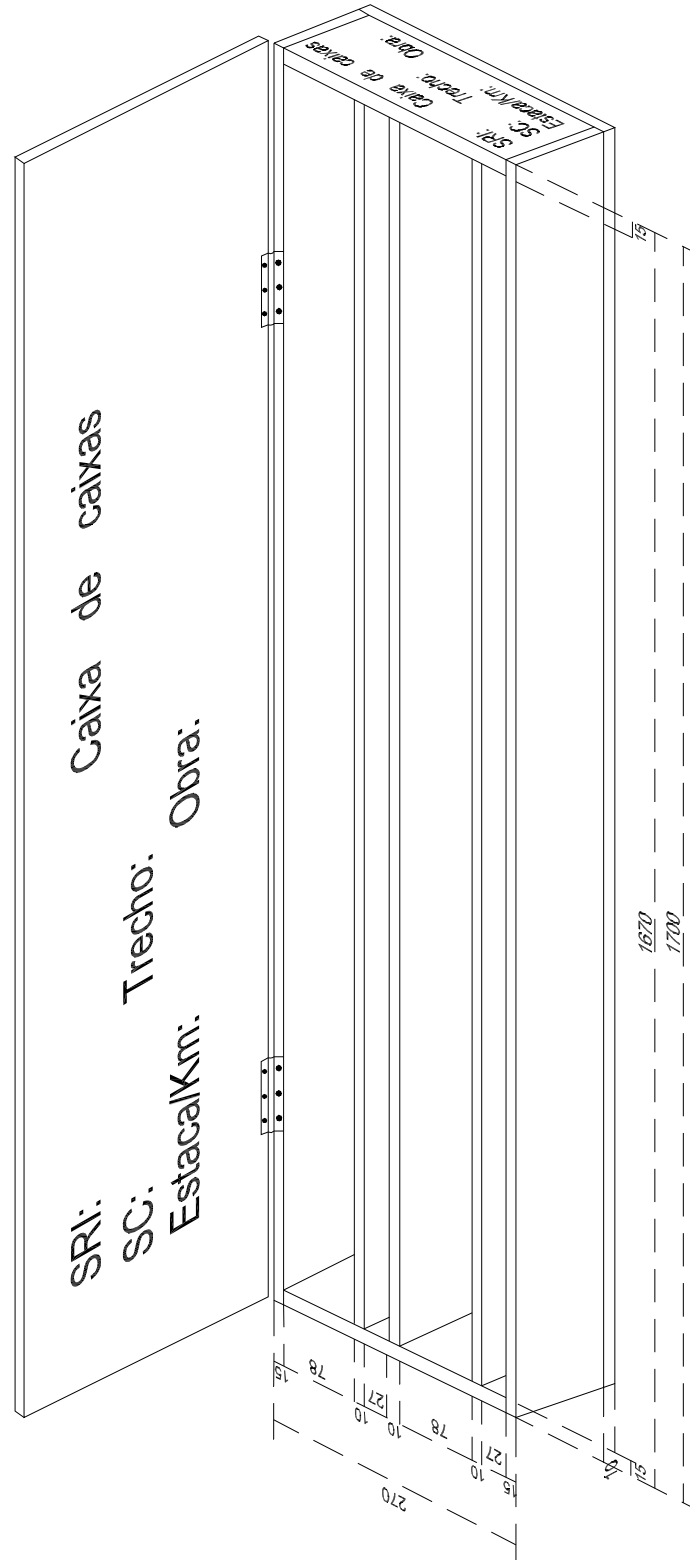
a) texto explicativo com critérios de descrição das amostras, correções e interpretações adotadas nos testes executados, bem como outras informações de interesse e conhecimento da Empreiteira, com nome e assinatura do responsável pela firma;

b) planta de localização das sondagens ou, na sua falta, esboço com distâncias aproximadas e amarrações;

c) fotografias das caixas de amostras (conforme item 8 da Instrução Normativa 07/94 - Sondagem Rotativa).

6.4 A Empreiteira deverá enviar junto com o relatório final, cópia reprográfica dos boletins de campo das sondagens e testes realizados.

Caixa de testemunho para Sondagem Rotativa com Amostragem Integral (SRI)



NOTAS:

- Lateral com tinta branca
- Letras com tinta vermelha
- Medidas em milímetro (mm)
- Madeira aplainada

Figura 1/08

INSTRUÇÃO NORMATIVA PARA EXECUÇÃO DE ENSAIO DE PERMEABILIDADE

1 Finalidade

O ensaio de permeabilidade, executado em furos de sondagens (percussão e rotativa) tem por finalidade a determinação dos coeficientes de permeabilidade de solos e maciços rochosos. O ensaio de permeabilidade realizado em furos de sondagens à percussão, conhecido por *ensaio de infiltração* constitui-se, juntamente com o ensaio de perda d'água sob pressão (aplicável a maciços rochosos), o conjunto de ensaios executados em furos de sondagens mais comumente usados no campo para a caracterização hidrogeotécnica dos terrenos naturais.

2 Ensaio de permeabilidade em furos de sondagem à percussão ou ensaio de infiltração

2.1 Definições

Os ensaios de permeabilidade em furos de sondagem à percussão consistem na medida da vazão observada ou retirada, em função da aplicação de uma carga ou descarga, respectivamente. As cargas são diferenciais de pressão, induzidas por colunas d'água, resultante de injeção d'água no furo; as descargas são diferenciais de pressão provocadas por retirada d'água do furo.

Dois tipos de ensaios podem ser realizados quando provoca-se carga no furo:

- a) Ensaio de infiltração (infiltração a nível constante): mantém-se a carga constante e mede-se a vazão necessária para mantê-la;
- b) Ensaio de rebaixamento (infiltração a nível variável): estabelece-se uma coluna d'água inicial, interrompe-se a introdução d'água e acompanha-se, no tempo, o rebaixamento do nível d'água.

2.2 Equipamento

O equipamento necessário à execução dos ensaios de permeabilidade deverá constar dos seguintes elementos:

- a) bomba de água com capacidade mínima de 350 litros por minuto;

- b) hidrômetro, em boas condições, com divisões de escala em litros, testado no início de cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento. O hidrômetro não deve apresentar desvio superior a 10% do valor real na faixa de vazão entre 10 e 40 l/min. É vedado o uso de curvas de calibração;
- c) tambor graduado em litros com capacidade de aproximadamente 200 litros;
- d) provetas ou latas graduadas a cada 50 centímetros cúbicos, com capacidade mínima de 1 litro;
- e) funil com rosca para acoplamento no revestimento, com redução mínima de 1½ polegada e diâmetro de no mínimo 20,0 centímetros;
- f) escarificador constituído por uma haste decimétrica de madeira com numerosos pregos sem cabeça, semi-cravados;
- g) ponteira elétrica ou outros medidores de nível d'água, de preferência elétricos.

2.3 Execução do ensaio

2.3.1 A execução de ensaio de permeabilidade e penetração num mesmo furo, deverá ser limitada ao trecho abaixo do nível d'água ou onde o avanço da sondagem é feito pelo método da lavagem. Ensaio de infiltração acima destes limites deverão ser feitos em um novo furo, deslocado de 3,0 metros em relação ao primeiro, exceto quando instruções específicas dos serviços não exigirem tal condição.

2.3.2 A parede do furo no horizonte do solo a ser ensaiado deverá ser desobstruída por raspagem com o escarificador ou trado espiral.

2.3.3 O revestimento deverá ser posicionado até um mínimo de 0,8 m acima do nível do terreno e preenchido com água até a sua boca.

2.3.4 Será feito ensaio de rebaixamento quando a carga hidráulica no trecho ensaiado for superior a 0,2 kg/cm² (2,0 metros) e, por avaliação visual, o rebaixamento da água no tubo de revestimento for inferior a 0,10 m/min.

2.3.5 O ensaio de rebaixamento será feito através da medida do nível d'água dentro do revestimento, a intervalos de tempo curtos no início e mais longos em seguida (por exemplo: 15 seg., 30 seg., 1 min., 2 min., 3 min., 4 min., 5 min., etc). As medidas de descida do nível d'água devem ser iniciadas após a manutenção do tubo de revestimento cheio d'água até a boca, durante 10 min., no mínimo.

2.3.6 O ensaio será concluído quando o rebaixamento atingir 20% da carga inicial aplicada ou 30 minutos de ensaio.

2.3.7 Será feito ensaio de infiltração quando não ocorrerem as condições do item 2.3.4.

2.3.8 O ensaio de infiltração consiste na medida da absorção d'água estabilizada, a cada minuto, durante 10 minutos. A adição de água no furo deverá ser contínua, de maneira a manter-se a carga constante.

2.3.9 Entende-se que as leituras de absorção d'água estão estabilizadas quando:

- a) não for observada uma variação progressiva nos valores lido;
- b) a diferença entre leituras isoladas e seu valor médio não superar 20% do valor médio.

2.3.10 Nos casos de medidas próximas ao limite de sensibilidade dos equipamentos, as diferenças admissíveis deverão ser estabelecidas pela Fiscalização segundo um critério mais flexível.

2.3.11 As medidas de absorção d'água no ensaio de infiltração serão feitas com hidrômetro acoplado à canalização da bomba, quando forem superiores a aproximadamente 10 l/min.; com proveta graduada, quando forem inferiores a aproximadamente 1 l/min.; e com tambor graduado, nos casos intermediários.

2.3.12 Os ensaios de infiltração deverão ser executados com tubulação de PVC, com rosca, diâmetro interno mínimo de 2", sem redução de seção.

2.3.13 É importante o registro completo das informações necessárias ao cálculo do coeficiente de permeabilidade, tais como: vazão, nível d'água, diâmetro e profundidade do furo, comprimento do trecho de ensaio, etc.

2.4 Resultados

2.4.1 Os resultados deverão ser apresentados no mesmo perfil de sondagem e dentro dos preceitos estabelecidos no item 10 da IN 06/94 - Sondagem à Percussão.

2.4.2 Deverão ser apresentados em valores numéricos: da pressão efetiva em kg/cm², da absorção em l/min.m e da perda d'água específica em l/min.m/(kg/cm²), assinalados em três colunas justapostas, limitadas acima e abaixo por linhas horizontais na posição dos limites do intervalo ensaiado.

3 Ensaio de Perda D'Água sob Pressão

3.1 Definição

O ensaio de perda d'água consiste na injeção d'água sob pressão num certo trecho de um furo de sondagem rotativa, e na medida da quantidade d'água absorvida pelo maciço rochoso durante um certo tempo, a uma dada pressão de injeção. O ensaio é realizado para vários estágios de pressão.

3.2 Equipamento

3.2.1 O equipamento constará dos seguintes elementos:

- a) bomba d'água com capacidade de vazão de 120 l/min. a uma pressão de 10,0 kg/cm². A critério da Fiscalização, poderá ser utilizada bomba com capacidade de vazão de 60 l/min. a uma pressão de 10,0 kg/cm², caso as absorções medidas sejam compatíveis com estas vazões. A bomba deverá ser testada no início de cada furo, a cada 10 ensaios e sempre que houver suspeita de mau funcionamento;
- b) hidrômetro com divisões de escala em litros. Deve ser suficientemente sensível para detectar uma vazão mínima de 3 l/min. No início de cada sondagem, e sempre que houver suspeita de mau funcionamento, o hidrômetro deve ser submetido à calibração, devendo ser rejeitado aquele que apresentar um desvio de leitura superior a 10%. Recomenda-se que a escolha do hidrômetro, quanto a sua capacidade nominal, seja feita em função da ordem de grandeza das vazões medidas: hidrômetro com capacidade nominal de 3,0 ou 5,0 m³/h, para vazões até 6 l/min., e hidrômetro com capacidade nominal de 7,0 m³/h, para vazões entre 60 a 120 l/min.;
- c) manômetros com capacidade e divisões de escala conforme tabela 1/09, comparados com um manômetro aferido de uso exclusivo para calibração, a cada furo e sempre que houver suspeita de mau funcionamento. Os manômetros não deverão apresentar desvio de leituras superiores a 10% do valor real. É vedado o uso de curvas de calibração. A pressão máxima de operação não deve ultrapassar 75% do valor máximo da escala do manômetro. Os manômetros deverão ser devidamente numerados e calibrados a cada 50 ensaios;

Pressão Máxima na Escala do Manômetro (kg/cm ²)	Divisão da Escala (kg/cm ²)	Intervalo de Posição do Obturador (m), com Critério de Pressão de 0,25 kg/cm ² /m
1,0	0,1	1,0 a 3,0
3,0	0,1	2,5 a 9,0
6,0	0,2	6,0 a 18,0
10,0	0,5	15,0 a 30,0
20,0	1,0	25,0 a 60,0
30,0	1,0	50,0 a 90,0

Tabela 1/09 - Capacidade e divisão de escala de manômetro para uso no ensaio de perda d'água sob pressão.

- d) estabilizador de pressão cuja atuação impeça que o campo de variação das oscilações de pressão seja superior a 10% do valor a ser lido. É vedado o uso de agulha salva manômetro para estabilização das leituras de pressão;
- e) obturadores em boas condições, de borracha, tipo pneumáticos (infláveis) ou mecânico de cruzeta, simples e duplo. O obturador mecânico de cruzeta deverá ter comprimento mínimo de 30,0 cm, e seu diâmetro externo deverá ser cerca de 5,0 mm menor do que o furo. O diâmetro interno de sua tubulação deverá ser igual ao indicado no item "f" abaixo. Não é recomendada a utilização de obturadores cuja expansão seja obtida através de compressão das hastes no fundo do furo, mediante o emprego de haste perfurada abaixo do obturador. No caso de obturador pneumático, seu comprimento não deverá ser inferior a 0,60 m. O comprimento mínimo utilizado de cada tipo dependerá das condições do maciço rochoso;
- f) canalização, luvas, cotovelos, etc., em boas condições, com juntas estanques, sem obstrução de ferrugem e com diâmetro mínimo de 1". É vedado o uso de niples ou reduções que diminuam a seção da tubulação. O diâmetro da canalização será único e uniforme para todos os equipamentos de sondagens e durante toda a campanha programada;
- g) transdutores de pressão, quando for especificado que a determinação da pressão deva ser feita diretamente no trecho ensaiado.

3.3 Disposição dos equipamentos

Os equipamentos deverão ser dispostos na seguinte ordem: bomba, estabilizador de pressão, hidrômetro, tubulação com manômetro e obturador. O manômetro deverá ficar fixado num "tê" do trecho retilíneo da tubulação, sem curva ou cotovelo entre seu ponto de fixação e o obturador.

3.4 Água utilizada nos ensaios

Deverá apresentar-se visivelmente límpida e isenta de partículas de material sólido.

3.5 Ensaio de perda de carga

3.5.1 O ensaio de perda de carga consiste numa simulação, em superfície, do ensaio de perda d'água. Este ensaio tem por objetivo a determinação da perda de pressão provocada pelo atrito da água com as paredes da tubulação. Será feito um ensaio a cada campanha de sondagem.

3.5.2 O ensaio é iniciado após a montagem do equipamento, segundo a ordem indicada no item 3.3, numa superfície plana, onde o ponto de saída da água e o manômetro fiquem situados numa mesma cota. O comprimento total da tubulação (L) deverá ser cerca de 20% superior à profundidade máxima prevista para as sondagens da campanha programada.

3.5.3 Serão feitas medidas de pressão e vazão em estágios de aproximadamente 10, 20, 40 e 60 l/min., para comprimento de tubulação de L, $\frac{3}{4}$ L e $\frac{1}{2}$ L.

3.5.4 Com os resultados obtidos deverá ser construído um ábaco relacionando vazão, comprimento da tubulação e perda de carga, que será utilizado na correção da pressão, efetivamente aplicada no trecho do furo ensaiado por perda d'água.

3.5.5 O problema da perda de carga pode ser eliminado com a utilização de um transdutor posicionado no trecho do ensaio. Neste caso não há necessidade de realizar o ensaio de perda de carga. Ressalta-se que o transdutor registra toda a pressão a que está submetido. Portanto, para a determinação da pressão efetiva de ensaio, dever ser subtraída a pressão correspondente ao nível d'água ou piezômetro, isso quando o trecho do ensaio estiver na porção saturada do maciço.

3.6 Trecho e pressão do ensaio de perda d'água

3.6.1 Os ensaios deverão ser executados à medida do avanço da sondagem, em trecho de aproximadamente 3,0 m de comprimento, a contar do início da efetiva utilização do processo rotativo.

3.6.2 A Fiscalização poderá solicitar a execução de ensaios adicionais em trechos de diferentes comprimentos tanto na porção final da sondagem como acima dela. Neste caso deverá ser empregado obturador duplo.

3.6.3 As pressões do ensaio serão aplicadas num ciclo de 5 estágios: pressão mínima, pressão intermediária, pressão máxima, pressão intermediária e pressão mínima.

3.6.4 As pressões em cada estágio deverão obedecer aos seguintes critérios:

- a) pressão máxima: 0,25 kg/cm², por metro de profundidade, na vertical, a contar da boca do furo, até a metade do trecho ensaiado. No caso de rocha friável ou muito alterada será usado 0,15 kg/cm²/m.
- b) pressão intermediária: igual à metade da pressão máxima;
- c) pressão mínima: igual à pressão exercida por uma coluna d'água interna à tubulação do obturador, de aproximadamente 1,0 m de altura acima da boca do furo.

3.6.5 As pressões máximas e intermediárias deverão ter seus valores arredondados até a divisão mais próxima do manômetro.

3.6.6 O ensaio pode ser executado com maior número de estágio de pressão (ensaio de múltiplos estágios), o que possibilita sua interpretação mais completa e detalhada. Nestes casos, recomenda-se um maior número de estágios de baixa pressão, principalmente em feições geológicas muito permeáveis.

3.7 Procedimento do ensaio

3.7.1 Inicialmente deverá ser efetuada cuidadosa lavagem do furo até que a água de circulação se apresente limpa e isenta de detritos.

3.7.2 Terminada a limpeza, deverá ser instalado o obturador do tipo conveniente, com a extremidade inferior da porção vedante no limite superior do trecho a ser ensaiado. Não deverá ser aplicada pressão no furo antes do início do ensaio.

3.7.3 A técnica de ensaio com obturador duplo não deverá ser empregada como alternativa do ensaio com obturador simples. O seu emprego deverá ser restrito às situações em que forem necessários ensaios complementares em trechos acima da posição do fundo do furo.

3.7.4 Ao ser aplicada a pressão mínima do primeiro estágio, deverá ser avaliada a eficiência de vedação do obturador, através da medida do nível d'água no furo, que geralmente sobe quando o obturador não está vedando. Se exequível, para facilitar esta observação, recomenda-se o enchimento do furo com água até a boca do revestimento após a instalação do obturador. Em caso de impossibilidade de vedação devido ao fraturamento da rocha ao redor do trecho de aplicação do obturador, deverão ser utilizados obturadores de maior comprimento. Persistindo a impossibilidade de vedação, o obturador deverá ser deslocado para cima, até nova posição onde a vedação for eficiente.

3.7.5 Assegurada a vedação do trecho, será iniciada a aplicação dos estágios de pressão, na seqüência indicada no item 3.6.3. A pressão mínima do 1º e 5º estágios, será obtida pela manutenção da coluna d'água na tubulação do obturador (nos moldes do ensaio de infiltração), e as demais pressões serão dadas pela bomba d'água.

3.7.6 Em cada estágio, após a estabilização dos valores de pressão e vazão, deverão ser feitas 10 medidas de seus valores em intervalos de 1 minuto.

3.7.7 Entende-se que os valores de absorção d'água e pressão estão estabilizados quando:

- a) não for observada uma variação progressiva nos valores medidos;
- b) a diferença entre as leituras e o seu valor médio for inferior a 20% do valor médio;
- c) a oscilação da pressão manométrica não exceder a 10% do valor da pressão manométrica de ensaio.

3.7.8 Na fase decrescente do ciclo de pressão, se ocorrer retorno da água injetada, a tubulação deverá ser aberta e serão anotados os seguintes valores:

- a) volume total de água retornada até o total alívio de pressão de água no trecho ensaiado;

b) pressão que estava aplicada no trecho.

3.7.9 Para a medida do volume de água retornada poderá ser utilizado o próprio hidrômetro, com conexão invertida para garantir seu perfeito funcionamento, ou tambor de volume conhecido.

3.7.10 Após as medidas do volume retornado, o ensaio deverá ser retomado a partir do estágio subsequente àquele que deu origem ao retorno da água.

3.7.11 Quando, mesmo com a vazão máxima da bomba, não for atingido o valor da pressão de qualquer dos estágios, deverão ser feitas leituras dos valores de pressão e vazão atingidos, durante 10 minutos, a cada minuto. Além do registro deste caso de absorção total da vazão da bomba, deverão ser executados e registrados os demais estágios com pressão inferior ao daquele cuja pressão não foi atingida.

3.8 Apresentação dos resultados

3.8.1 Os resultados serão apresentados no mesmo perfil de sondagem e dentro dos preceitos estabelecidos no item 7 da IN 07/94 - Sondagem Rotativa.

3.8.2 Os resultados dos ensaios de permeabilidade deverão ser apresentados em valores numéricos: da pressão em kg/cm^2 , da absorção em l/min.m e da perda d'água específica em $\text{l/min.m}/(\text{kg/cm}^2)$, assinalados em três colunas justapostas, limitados acima e abaixo por linhas horizontais na posição dos limites do intervalo ensaiado.

3.8.3 Os resultados dos ensaios de perda d'água deverão ser apresentados na mesma forma dos ensaios de permeabilidade, com os resultados de cada estágio separados entre si por linhas horizontais tracejadas ou mais finas do que as que limitam o trecho ensaiado, na seqüência normal de sua realização.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA. *Padronização das simbologias usadas em perfis de sondagens e seções geológicas - 1ª tentativa*. São Paulo, ABGE/IPT, 1976. 11 p., boletim 03.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Execução de sondagens de simples reconhecimento dos solos*. Rio de Janeiro, ABNT, 1980. 12 p., NBR 6484.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Rochas e solos*. Rio de Janeiro, ABNT, 1980. 5 p., NBR 6502.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Identificação e descrição de amostras de solos obtidas em sondagens de simples reconhecimento dos solos*. Rio de Janeiro, ABNT, 1982. 5 p., NBR 7250.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Sondagem a trado*. Rio de Janeiro, ABNT, 1986. 6 p., NBR 9603.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Abertura de poço e trincheira de inspeção em solo, com retirada de amostras deformadas e indeformadas*. Rio de Janeiro, ABNT, 1986. 9 p., NBR 9604.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *Coleta de amostras indeformadas de solo em furos de sondagem*. Rio de Janeiro, ABNT, 1987. 7 p., NBR 9820.
- INTERNATIONAL SOCIETY FOR ROCK MECHANICS. Suggested methods for the quantitative description of rock masses. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences and Geomechanics Abstracts*, England, **15** (6): 319-368, 1978.
- SERRA JUNIOR, E. coord. *Diretrizes para execução de sondagens*. São Paulo, ABGE, 1990. 22 p.
- STANCATI, G. et al. *Ensaio de laboratório em Mecânica dos Solos*. São Carlos/SP, EESC/USP, 1981. 208 p., publicação 004/87.